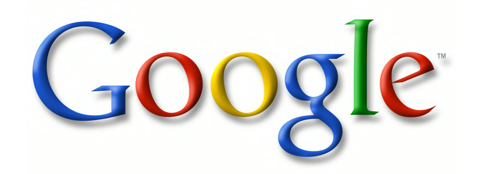
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books



https://books.google.com



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

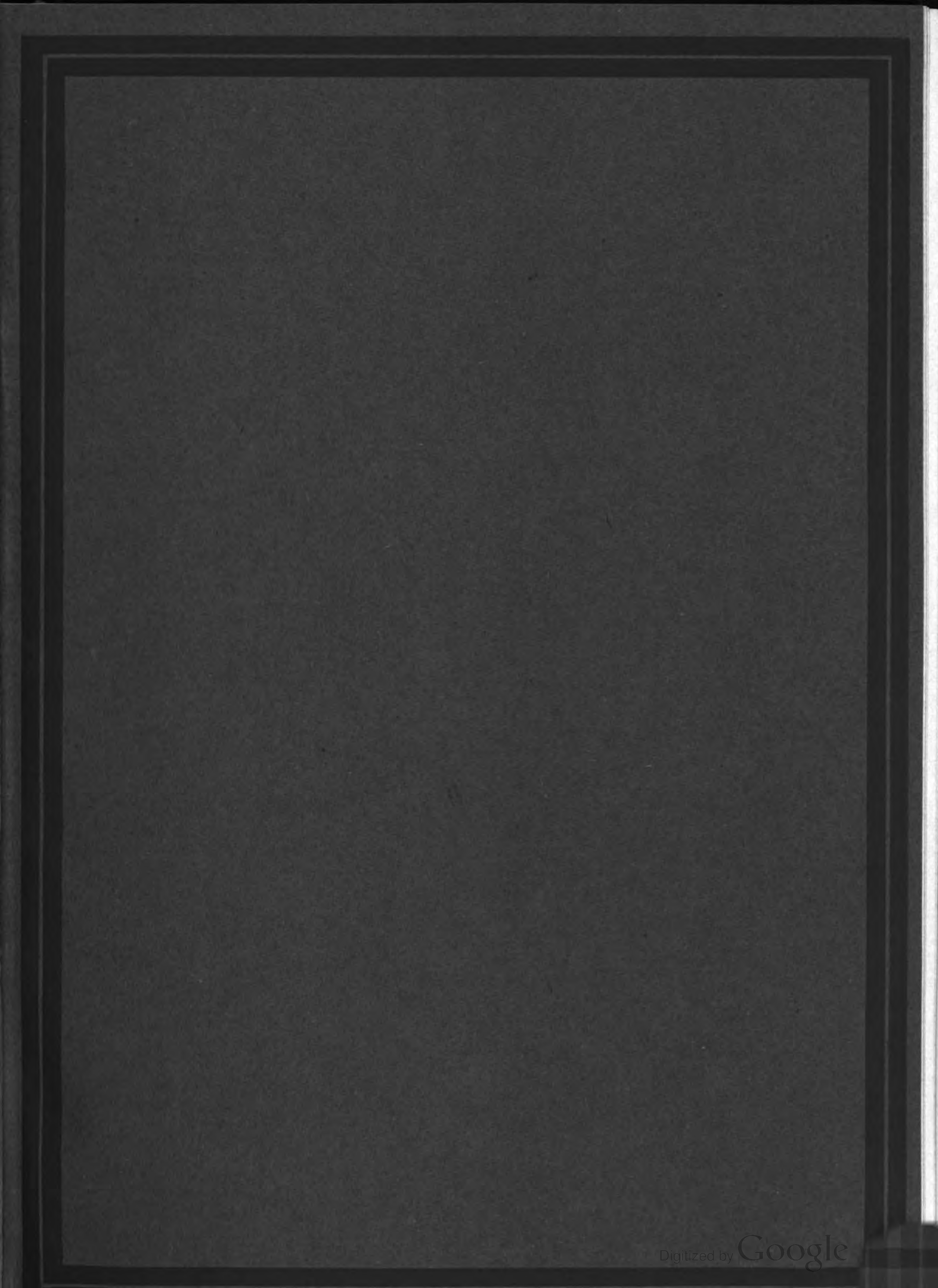




Google

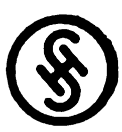
PROPERTY OF
University of Michigan Libraries
1817
ARTES SCIENTIA VERITAS

Digitized by Google

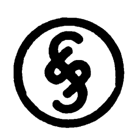

Digitized by Google

Digitized by Google

SIEMENS ZEITSCHRIFT

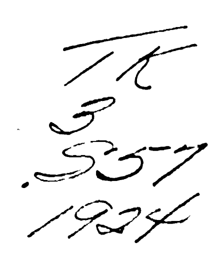


SIEMENS & HALSKE
SIEMENS-SCHUCKERT



4. JAHRGANG
1924

Digitized by Google



Gottschalk
12-30-52
81095

INHALTS-ÜBERSICHT

SACHVERZEICHNIS

*) Kleine Mitteilungen.

Digitized by Google

*) Kleine Mitteilungen.

*) Kleine Mitteilungen.

Digitized by Google

*) Kleine Mitteilungen.

Digitized by Google

*) Kleine Mitteilungen.

Digitized by Google

VERFASSER-VERZEICHNIS

*) Kleine Mitteilungen.

Digitized by Google

*) Kleine Mitteilungen.

Digitized by Google

SIEMENS-ZEITSCHRIFT

SIEMENS & HALSKE
SIEMENS-SCHUCKERT

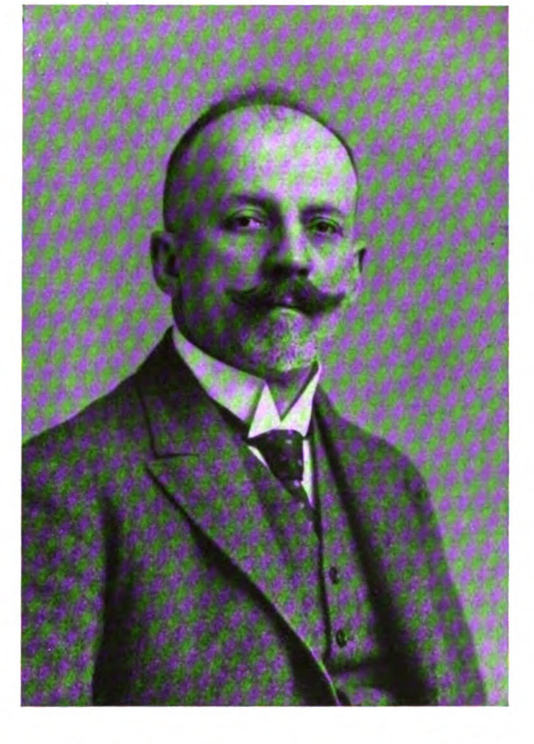
SCHRIFTLEITUNG: LITERARISCHES BUREAU DER SIEMENS-SCHUCKERTWERKE

1. HEFT * JANUAR 1924 * JAHRGANG 4

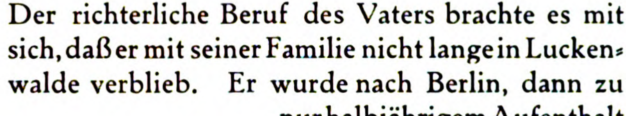
Carl Dietrich Harries.

Nachruf von Robert Fellinger.

In der Nacht vom 2. zum 3. November 1923 entschlief der Geheime Regierungsrat Prof. Dr. phil. und Dr.-Ing. e. h. Carl Dietrich Harries. Er war stellvertretender Vorsitzender des Aufsichtsrates von Siemens & Halske und Mitglied des Aufsichtsrates der Siemens-Schuckertwerke, sowie Delegierter der Aufsichtsräte beider Gesellschaften für die Leitung der wissenschaftlich-technischen Forschungsarbeiten des Siemens-Konzerns. Allzufrüh ist dieser hervorragende Gelehrte, der es verstanden hatte, die wissenschaftliche Forschung im richtigen Maße in den Dienst der Industrie unseres Vaterlandes zu stellen, aus den Reihen der Lebenden abberufen worden. Er stand erst im 58. Lebensjahre und trug noch eine Fülle zur Ausführung drängender Gedanken und Pläne in sich. Es ist schwer, auf engem Raume, wie er hier zur Verfügung steht, ein einigermaßen erschöpfendes Bild seiner Leistungen für Wissenschaft und Technik und seines mit diesen im Zusammenhang stehenden Werdeganges zu geben.



Carl Dietrich Harries ist am 5. August 1866 in Luckenwalde als Sohn des damaligen Amtsrichters Dr. jur. Th. H. Harries und dessen Frau Mathilde, geb. Groschuff, geboren. Sein Vater war aus Schleswig-Holstein, ein Sohn des Pfarrers Heinrich Harries (Dichter von „Heil dir im Siegerkranz“). Die Mutter stammte aus einer Altberliner Familie.



Der richterliche Beruf des Vaters brachte es mit sich, daß er mit seiner Familie nicht lange in Luckenwalde verblieb. Er wurde nach Berlin, dann zu nur halbjährigem Aufenthalt nach Halberstadt und von dort an das Oberlandesgericht in Jena versetzt, wo er als einer der beiden preußischen Vertreter zu amtieren hatte und zum Oberlandesgerichtsrat und Geheimen Justizrat aufstieg.

Carl Dietrich wird als zartes Kind geschildert, dabei lebhaft und beeindruckbar. Immer beschäftigt, entwickelte er beim Spielen eine rege Phantasie und Erfindungsgabe. Früh erwies er sich als scharfer Beobachter, und ebenso schien er künstlerisch begabt, so daß er in der Bekanntschaft als kleines Wunderkind galt.

Auf dem Gymnasium zeigte er Neigung zu den Naturwissenschaften und zur Geschichte, während ihm die Sprachen Mühe machten. Unter dem Zwange mittelmäßigen Schulbetriebes erlahmte der anfangs rege Ehrgeiz des Knaben. Anstatt hinter den Schulaufgaben zu sitzen, trieb er sich lieber auf den Höhen Jenas umher und betätigte sein Naturinteresse beim Vogel- und Schmetterlingsfang. Bei seinen Lehrern war er infolge seiner Geneigtheit zu allerlei Spaß und Unfug nicht immer zum besten angeschrieben.

Nach Absolvierung des Gymnasiums 1886 wählte der junge Harries das Studium der Chemie,

Digitized by Google

das er auf der Universität Jena begann. Nebenher legte er Wert auf seine körperliche Ausbildung, was ihn bewog, in den Akademischen Turnverein einzutreten. Hier zeichnete er sich im Turnen und besonders im Fechten aus, so daß ihm das Amt des Fechtwartes übertragen wurde. Er hörte in Jena auch bei Ernst Haeckel und verschaffte dadurch seinem starken zoologischen Interesse eine fachgemäße Grundlage. Sein Hauptinteresse gehörte aber der Chemie und zog ihn zu Adolf von Baeyer nach München. Im Sommer des Jahres 1888 trat er in das Laboratorium dieses hervorragenden Forschers ein, wandte sich jedoch wegen Platzschwierigkeiten in dem damals überfüllten Institut schon 1889 nach Berlin, wo er in dem unter der Leitung von A. W. von Hofmann stehenden I. Chemischen Institut der Universität Aufnahme fand.

Hier machte er, angeregt und gefördert durch Ferdinand Tiemann, im Sommersemester 1889 und Wintersemester 1889/90 seine Doktorarbeit „Über einige neue Abkömmlinge des Salizylaldehyds". Nach seiner Promotion, zu Ende des Sommersemesters 1890, wurde er Privat- und Vorlesungsassistent von A. W. von Hofmann und rückte 1892 zum staatlich angestellten Assistenten am Chemischen Institut auf.

Hofmann zog ihn auch in sein Haus, wo er sich den Damen des Hauses als gewandter Gesellschafter und Ballordner nützlich machte.

Im Herbst 1892 nach Hofmanns schnellem Tode wurde Emil Fischer aus Würzburg als sein Nachfolger nach Berlin berufen. Emil Fischer ist als der dritte große Lehrmeister in der Chemie anzusehen, der auf Harries' Entwicklungsgang nachhaltigen Einfluß ausübte. Der geschickte und kenntnisreiche Assistent wurde von Fischer gern übernommen und hat ihm beim Einleben in die Berliner Verhältnisse gute Dienste geleistet. Er übermittelte ihm auch die Traditionen der berühmten Hofmannschen Vorlesung, die Fischer dann glänzend weiterführte.

Es folgten Jahre intensivster Laboratoriumsarbeit, in denen Harries sich unter Einsetzung aller Schaffenskraft zur Meisterschaft in der organischen Chemie emporarbeitete.

Seine Forschertätigkeit zeitigte damals auch ein praktisches Ergebnis für ihn. Die Chemische Fabrik von E. Schering erwarb sein „Verfahren zur Darstellung von isomeren unsymmetrischen Zyklobasen der Azetonalkaminreihe" und das „Verfahren zur Darstellung von Azidylderivaten der labilen unsymmetrischen Zyklobasen der Azetonalkaminreihe" und übernahm die darauf angemeldeten Patente (D. R. P. Nr. 95620 und 95622, Mai 1896). Aus dem erstgenannten Patent ergab sich das „Euphtalmin", eine neue chemische Verbindung, die in der Augenheilkunde als pupillenerweiterndes Mittel Eingang fand. Der Verkauf dieser beiden Verfahren brachte Harries sein erstes Verdienst neben seinem bescheidenen Assistentengehalt und ermöglichte es ihm, sich im Wintersemester 1896/97 zu habilitieren. Er begann seine Dozententätigkeit mit einem theoretischen Kolleg über hydro-aromatische Verbindungen und Terpene.

Es ging in diesen Jahren durch das Fischersche Institut ein großer Zug angespanntester geistiger Arbeit, der aber den Schwung jugendlicher Energie nicht so weit verbrauchen konnte, daß nicht zu fröhlichem Übermut noch Kraft genug überblieb. Harries' nie versagendes Temperament, treffender Witz und Lust am Spaß bildeten hier das treibende Moment; und an diese Zeit dachte er wohl, als er in seinem Nachruf auf Paul Jacobson seiner „ungehemmten Ausgelassenheit" Erwähnung tat.

Im Fischerschen Laboratorium machte Harries auch die Bekanntschaft seiner späteren Gattin Hertha von Siemens, der jüngsten Tochter von Werner von Siemens, die im Winter 1898/99 durch besondere Vergünstigung als erste Frau dort arbeiten durfte. Er verheiratete sich mit ihr am 2. Oktober 1899 und trat hiermit zu der Siemensschen Familie in die nahe Beziehung, die in späteren Jahren für den Siemens-Konzern von Bedeutung werden sollte.

Im Jahre 1897 begann Emil Fischer seine Vorarbeiten für den Neubau des I. Chemischen Universitätslaboratoriums, zu dem er namentlich Harries und den von Würzburg mitgebrachten Assistenten Oskar Piloty heranzog. Das Institut, das sich bisher in der Georgenstraße, da, wo heute das Institut für Meereskunde steht, befunden hatte, wurde nach der Hessischen Straße 1 (am Neuen Tore) verlegt und im Winter 1899/1900 bezogen. Harries wurde Abteilungsvorsteher im neuen Institute.

Um diese Zeit trat an ihn eine neue Aufgabe heran, der er sich intensiv hingeben mußte. Paul Jacobson, der 1896 von Würzburg nach

Digitized by Google

Berlin als Generalsekretär der Deutschen Chemischen Gesellschaft (als Nachfolger von Ferdinand Tiemann) berufen worden war, fragte ihn, ob er nicht das Kapitel über die hydro-aromatischen Verbindungen, Terpene und Kampfer in dem Lehrbuch der organischen Chemie von Victor Meyer und Paul Jacobson (der I. Band war im Jahre 1893 erschienen) übernehmen wollte. Harries sagte zu, und so entstand seine erste große Abhandlung: „Einkernige hydro-aromatische Verbindungen einschließlich der Terpene und Kampferarten". Die Arbeit erschien in dem im Jahre 1902 herausgekommenen II. Bande des Meyer-Jacobsonschen Werkes.

Im Jahre 1903 wurde Harries von der Regierung zum Generalsekretär für die Deutsche Chemische Abteilung der Weltausstellung in St. Louis 1904 bestellt. Diese wichtige offizielle Inanspruchnahme mag mit dazu beigetragen haben, daß er im Jahre 1904 zum Professor extraordinarius an der Universität Berlin ernannt wurde. Noch im gleichen Jahre erging an ihn ein Ruf seitens der Universität Kiel, die ihm das Ordinariat und die Stelle des Direktors des Chemischen Instituts anbot. Er nahm diesen ehrenden Ruf an.

Als wissenschaftliches Ergebnis seiner Berliner Zeit sind außer den schon genannten Veröffentlichungen etwa 80 Abhandlungen verschiedenen Umfanges von ihm erschienen.

In den ersten Novembertagen des Jahres 1904 begann er seine Vorlesungen an der Universität Kiel. Hier wirkte er fast zwölf Jahre lang, und eine ansehnliche Reihe hervorragender Arbeiten aus dieser Zeit gibt Zeugnis von der Schaffenskraft, die er neben seiner Tätigkeit als Lehrer, Institutsdirektor und vielgeplagter Examinator noch zu entfalten vermochte. — Auf die Arbeiten einzugehen oder auch nur ihre Titel zu nennen, verbietet der hier zur Verfügung stehende Raum. In der Hauptsache bewegten sie sich auf dem Gebiete des Ozons und seiner Einwirkung auf organische Substanzen, sowie auf dem schwer zu beackernden Felde der Kautschukfrage. Diese bahnbrechenden Arbeiten fanden auch äußere Anerkennung dadurch, daß dem Autor im Jahre 1912 die Goldene Liebig-Denkmünze verliehen wurde. Seine Ozonarbeiten sind in dem 720 Seiten umfassenden Buche „Untersuchungen über das Ozon und seine Einwirkung auf organische Verbindungen", das 1915 abgeschlossen wurde und 1916 bei Julius Springer erschienen ist, zusammengefaßt. Im Vorwort zu diesem Werke stellte er schon in Aussicht, seine Untersuchungen über den Kautschuk in einem gesonderten Buche erscheinen zu lassen. Da tat sich ein neues Arbeitsfeld vor ihm auf.

Schon lange bestand bei dem damaligen Leiter der Siemenswerke, Wilhelm von Siemens, der Wunsch, seinen Schwager Harries nach Berlin zu ziehen, und dessen Kraft in den Dienst des Siemenskonzerns zu stellen. Diesem Wunsche lag die Erkenntnis zugrunde, daß die Entwicklung der Technik wesentlich auf die Fortschritte der wissenschaftlichen Forschung angewiesen sei, in welcher gerade in der Zeit des alle Kräfte anspannenden Krieges die organische Chemie eine immer wichtigere Rolle zu spielen berufen war.

Bisher hatte sich Harries zum Verlassen der Universität nicht entschließen können. Jetzt im Kriege lagen die Verhältnisse anders. Er hatte von Anbeginn an über den Ausgang des Krieges pessimistisch gedacht und fühlte wohl, daß der Übertritt in die breiteren Wirkungsmaße der Industrie ihm die Möglichkeit erschließen würde, dem in Kriegsnot stehenden Vaterlande unmittelbarer und wirksamer, als er es bisher vermocht hatte, dienen zu können. Dazu kam, daß ihn der Jahr um Jahr sich gleichmäßig abrollende Lehrbetrieb nicht mehr befriedigte. Er lehnte deshalb auch eine Berufung nach Göttingen Anfang des Jahres 1916 ab und entschloß sich, dem Rufe seines Schwagers folgend, die Leitung des wissenschaftlich-technischen Forschungswesens im Siemens-Konzern zu übernehmen. Im Frühjahr 1916 erfolgte die Übersiedlung von Kiel nach Berlin.

Harries brachte für seinen neuen Wirkungskreis neben seiner anerkannten wissenschaftlichen Autorität und Übung in der Institutsleitung besondere Befähigung zu organisatorischer Wirksamkeit mit. Für technische Probleme hatte er von jeher Interesse, und sein schneller Blick für das Wesentliche befähigte ihn, auch in den ihm fernerliegenden Gebieten der Physik und Elektrotechnik sich bald über die einschlägigen Aufgaben zu orientieren. Dazu kam ein glänzendes Personengedächtnis und -urteil, sowie ausgedehnte Beziehungen mit bedeutenden Leuten aus Wissenschaft und Technik, die er in seiner liebenswürdigen und anregenden Art zu pflegen verstand.

Digitized by Google

Im Januar des Jahres 1916 war Geheimrat Harries in den Aufsichtsrat der Firma Siemens & Halske eingetreten, und 1917 wurde er auch Mitglied des Aufsichtsrates der Siemens-Schuckertwerke. Von 1919 ab war er stellvertretender Vorsitzender des Aufsichtsrates der Siemens & Halske A.-G.

Als Delegierter der Aufsichtsräte beider Firmen für die wissenschaftlich-technischen Forschungsarbeiten des Konzerns arbeitete er mit seinem Schwager Wilhelm von Siemens bis zu dessen Tod, 14. Oktober 1919, Hand in Hand. Dieser Zeit entstammen die schon lange vorbereiteten Pläne für ein neues, groß angelegtes Forschungslaboratorium, das in Siemensstadt errichtet werden sollte. Die Grundsteinlegung zum neuen Laboratoriumsbau konnte im Herbst 1916 erfolgen. Der unglückliche Ausgang des Krieges hatte aber vieles von den ursprünglichen Plänen wieder umgestoßen, und das Laboratorium erstand in nicht so vollkommener Form und Ausrüstung, wie es geplant worden war. Immerhin ist es ein stattliches Gebäude mit zweckmäßigen, zum Teil vorbildlichen Einrichtungen geworden, um die sich namentlich die Herren Professor Gerdien und Dr. Wilke-Dörfurt, jetzt Professor der Chemie an der Technischen Hochschule Stuttgart, sowie das in der Durchbildung von Laboratoriumseinrichtungen führende Wernerwerk große Verdienste erworben haben.

Geheimrat Harries' Augenmerk war bei der Laboratoriumseinrichtung immer auf möglichste Einfachheit und Zweckmäßigkeit gerichtet. Er brachte hierfür eine große Erfahrung aus der Zeit seiner Mitwirkung beim Neubau des I. Chemischen Universitätslaboratoriums und auch den als Hochschullehrer erworbenen Sinn für das „Behelfsmäßige" mit. Seiner ausgesprochenen Begabung für Ökonomie in jedem Sinne — Zeit, Geld, Kraft — widerstrebte jeder unnütze Aufwand, wo ein geringerer den Zweck ebenso, vielleicht besser erfüllte. Auch ließ er keine Konventionen gelten, wo sie nicht mehr von lebendigem Inhalt erfüllt waren. Charakteristisch ist auch für ihn, daß er das ihm anfangs zugedachte schöne zweifenstrige Zimmer im neuen Gebäude nicht haben wollte und sich mit einem verhältnismäßig kleinen Zimmer begnügte.

Die Fertigstellung des Laboratoriums-Neubaues wurde durch die im November 1918 einsetzenden Zustände in Industrie und Baugewerbe mehrfach empfindlich gehemmt; das Haus konnte endlich im Jahre 1920 bezogen werden. Es kamen aber nicht nur, dem ursprünglichen Plane gemäß, die Forschungslaboratorien hinein, sondern es mußte auch die Elektrochemische Abteilung des Wernerwerkes, deren ehemalige Räume abgebrannt waren, darin Unterkunft finden.

Unter Geheimrat Harries' Leitung wurde im November 1919 die „Zentralstelle für wissenschaftlich-technische Forschungsarbeiten des Siemenskonzerns" ins Leben gerufen, in welcher ein Gedanke, der Wilhelm von Siemens seit Jahren beschäftigt hatte, Verwirklichung fand. Harries verstand es meisterlich, die an den verschiedenen Stellen des Siemens-Konzerns auftretenden Forschungsarbeiten einheitlich zusammenzufassen und sie, insofern sie über den Aufgabenkreis der Werkslaboratorien hinausgingen, der ungestörten Pflege in der neuen, ausschließlich Forschungszwecken dienenden Arbeitsstätte zuzuführen. Gelegentliche, bei dem Zusammenarbeiten sehr unterschiedlicher Konzernstellen unvermeidliche Meinungsverschiedenheiten, bei denen manchmal die Temperamente der Mitarbeiter aufeinanderprallten, wußte er mit der ihm eigenen humorvoll vermittelnden Art immer in Harmonie zu wandeln und so den Fortschritt zu sichern. Er selbst gab wertvolle Anregungen zu neuen Untersuchungen und arbeitete in seinem eigenen organisch-chemischen Laboratorium rastlos weiter.

In Gesprächen, die er mit seinem Schwager Wilhelm von Siemens gepflogen hatte, war wiederholt die Frage und Klage aufgetaucht, daß im Konzern manches Forschungsergebnis gezeitigt werde, das der Allgemeinheit nicht zur Kenntnis kam, da zahlreiche Arbeiten in den verschiedenen Laboratorien im allgemeinen nur so weit gefördert wurden, wie es der vorliegende praktische Zweck erforderte, und wichtige Ergebnisse dann in den Akten der betreffenden Arbeitsstelle begraben blieben.

Um diesem Mißstand abzuhelfen, regte Geheimrat Harries die Herausgabe einer neuen Zeitschrift des Siemens-Konzerns an, die nur auf wissenschaftlicher Höhe stehende Arbeiten aus dem Konzern bringen und in zwangloser Folge erscheinen sollte. Er selbst wurde der Herausgeber der unter dem Namen „Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern" entstandenen Zeitschrift, deren erstes Heft, im Sommer 1920, dem An-

Digitized by Google

denken von Wilhelm von Siemens gewidmet, erschien.

Das Geleitwort zu diesem Heft schloß der Herausgeber mit den Worten:

„Die neugegründete Zeitschrift bildet ein Dokument für die kulturelle Höhe und den unzerstörbaren Schaffenstrieb eines durch den sinnlosesten Frieden, den die Welt je gesehen, bedrängten Volkes."

Die hier zum Ausdruck gebrachte Stellungnahme von Harries gegen den sogen. Frieden von Versailles findet man in seinen öffentlichen Reden aus jener Zeit und in Nachrufen aus seiner Feder immer wiederkehren. So lautet z. B. der Schluß seines Nachrufes auf Oskar Piloty:

„Jeder ist glücklich zu preisen, der den Zusammenbruch Deutschlands und den Versailler Frieden nicht mit erleben mußte. Wir Lebenden dürfen uns nicht zufrieden geben, ehe dieser schlimmste Frieden, den die Weltgeschichte sah, geändert wird."

Wie jeder charaktervolle deutsche Mann litt er schwer unter seines Vaterlandes Not. Politisch stark interessiert, wäre es seiner tätigen Natur wohl gemäß gewesen, sich auch praktisch im politischen Leben zu betätigen. Er sah aber nach manchen Versuchen ein, daß das politische Parteigetriebe ein dürrer und unfruchtbarer Boden war, und zog sich wieder aus ihm zurück.

Wo er konnte, setzte er sich mutig und ohne Rücksicht auf die eigene Person für seine Überzeugungen ein. Dies zeigte beispielsweise der aus den Zeitungen bekannte Fall Lenard, der ihm manche Anfechtung eintrug. Hier erschien ihm durch gehässige politische Agitation die Unabhängigkeit der Universität als einer kulturellen Institution gefährdet.

Ein weites Feld zur Betätigung seiner Hilfsbereitschaft erschloß sich ihm auch in den Organisationen zur Linderung der Not der deutschen Hochschulen und der studierenden Jugend. Seine tätige Mitwirkung in der „Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft" und im „Vaterlandsdank an die akademische Jugend", dessen Vorsitzender er war, ist in den beteiligten Kreisen bekannt. Die ihm eigene Gabe, die vorliegenden Verhältnisse rasch zu erfassen und klar zu durchschauen, kam ihm hierbei zustatten. Und wie vielen Bittenden hat er persönlich geholfen! Er legte Wert darauf, schnell zu helfen, wo es notwendig war. Vor Fehlgriffen schützte ihn dabei seine scharfe Kritik, die ihm hier ebenso zur Verfügung stand wie in seiner beruflichen Tätigkeit.

Durch die Förderung der wissenschaftlichen Arbeiten im Siemens-Konzern und innerhalb des durch die Interessengemeinschaft „Siemens-Rhein-Elbe-Schuckert-Union" erweiterten Wirkungskreises ließ Geheimrat Harries sich nicht von der Verfolgung seiner eigenen wissenschaftlichen Arbeiten abhalten. Auch seinen Lehrberuf nahm er — wenn auch nur vorübergehend — wieder auf, nachdem er im Jahre 1918 als ordentlicher Honorarprofessor an die Technische Hochschule Charlottenburg berufen worden war. Nebenher nahm er regen Anteil an den Arbeiten der Deutschen Chemischen Gesellschaft, in welcher er in den Jahren 1919—1920 Vizepräsident und dann bis zum Jahre 1923 Präsident war.

Seine bereits in der Kieler Zeit angekündigten „Untersuchungen über die natürlichen und künstlichen Kautschukarten" erschienen 1919 bei Julius Springer. Es ist sein letztes in Buchform herausgekommenes Werk.

Auch an Abhandlungen kleineren Umfanges waren seine letzten Berliner Jahre reich. Es seien hier nur die in den „Wissenschaftlichen Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern" erschienenen Arbeiten genannt:

C. Harries u. Fr. Evers: Beiträge zur Bestimmung der Molekulargröße des Kautschukkohlenwasserstoffes auf chemischem Wege. 1921.

C. Harries u. W. Nagel: Zur Kenntnis der Aleuritinsäure. 1921.

C. Harries: Kolloidchemische Betrachtungen auf dem Gebiet des Schellacks und Kautschuks. 1923.

C. Harries u. W. Nagel: Über verschiedene Modifikationen des Schellackreinharzes. 1923.

Außer diesen und einer Reihe weiterer, in verschiedenen Zeitschriften veröffentlichter Arbeiten bedürfen seine Nachrufe, die einzig in ihrer Art sind, der Erwähnung. Im Laufe des bisher Mitgeteilten ist schon sein Nachruf auf Oskar Piloty (1920) und auf Paul Jacobson (1923) angeführt worden. Es sind noch zu nennen die Nachrufe auf Eduard Buchner (1917), auf Emil Fischer, namentlich die eingehende Würdigung seiner wissenschaftlichen Arbeiten (1919), ferner die klassische Abhandlung über „Adolf von Baeyer und sein Einfluß auf die Entwicklung der Chemie

Digitized by Google

der Terpenkörper" (1919) und der Nachruf auf Wilhelm von Siemens, mit dem er das erste Heft der „Wissenschaftlichen Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern" eröffnete.

An dieser Stelle sei es erlaubt, einige Worte über Harries' Art zu schreiben, einzuflechten.

Jeder Satz, den er schrieb, war gearbeitet. Immer wieder wurde der Ausdruck auf Prägnanz und Kürze geprüft. Hierin liegt das Geheimnis des unmittelbaren, so einfach wie ein leicht hingesprochenes Wort wirkenden Eindrucks. Er liebte kurze klare Sätze und ruhte nicht, bis nicht jeder Satz die Form hatte, die er für den vorliegenden Zweck als die richtige empfand. Wem es vergönnt war, in diese gewissenhafte, mühsame Arbeitsweise Einblick zu nehmen, konnte darüber staunen, wie oft dieser Autor ein Manuskript umarbeitete und umschreiben ließ, bis er es endlich zum Druck gab.

Ein künstlerischer Zug geht durch alle seine Werke. Jeder seiner Veröffentlichungen, gleichgültig ob es ein Buch oder eine kurze Abhandlung, eine rein wissenschaftliche Arbeit oder ein Nachruf war, trachtete er eine geschlossene Form zu geben. Dies brachte er einmal — bei seinem Nachruf für Wilhelm von Siemens — sogar äußerlich zum Ausdruck, indem er die Form einer Symphonie wählte und die vier Abschnitte: Andante con moto — Marcia funebre — Scherzo — Finale Allegro molto überschrieb.

Hier kam sein künstlerisches Empfinden, das schon in seiner frühesten Jugend aufgefallen war, zum Vorschein. Ihm war gegeben, was die Voraussetzung für jede Kunstleistung bildet, und was er als Grundbedingung für den erfolgreichen Forscher ansah: Phantasie. In der Phantasie reichen sich Kunst und Wissenschaft die Hand, die beide, wenn auch auf grundverschiedenen Wegen, dem gleichen Ziele, der Erkenntnis des Ewigen, zustreben. In diesem Sinne muß der wissenschaftliche Forscher Künstler sein. Carl Dietrich Harries war es. Man kann auf ihn seine eigenen Worte, die er in dem Nachruf auf Paul Jacobson aussprach, anwenden:

„Sein Wollen, Denken und Handeln war von einer künstlerischen Harmonie überkrönt."

Als der Sommer des Jahres 1923 zur Neige ging, zog eine dunkle Wolke vor die über dem Hause Harries leuchtende Sonne, und die Schatten schwerer Sorge senkten sich auf alle, die ihm nahestanden.

Mitten in lebendiger Arbeit und heiterer Gesundheit fiel ihn — dem Laien kaum erkennbar — ein Leiden an, das nach Überzeugung der Ärzte einen chirurgischen Eingriff nötig machte. Dieser wurde am 7. September vorgenommen und schien gut überwunden, als nach fünfwöchiger Rekonvaleszenz eine fieberhafte Entzündung hinzutrat, die am 3. November zum Tode führte.

So schlossen sich zwei Augen, die noch vieles hätten erschauen und ergründen können. So wurde ein Gewebe lebendigsten Schaffens zu edelsten Zwecken jäh zerrissen.

Was er erdacht und gewirkt hat, wird weiter leben. Und wir empfinden wieder die Wahrheit der Worte aus dem Goetheschen Vermächtnis, die sein alter Freund und Kamerad aus den Jenaer Jugendtagen, der Pfarrer Dietrich Graue, an seinem Sarge sprach:

Kein Wesen kann zu nichts zerfallen!
Das Ewige regt sich fort in allen,
Am Sein erhalte dich beglückt!
Das Sein ist ewig; denn Gesetze
Bewahren die lebendigen Schätze,
Aus welchen sich das All geschmückt.

Elektrofilter-Gasreinigung

Von Dipl.-Ing. C. Hahn.

I. Allgemeines.

Ein wichtiges Anwendungsgebiet des in den Heften 1, 6, 7 und 12 des vorigen Jahrgangs dieser Zeitschrift behandelten Elektrizitätsdurchganges durch Gase stellt die Elektrofilter-Gasreinigung dar, die durch Behandlung mit hochgespannter Elektrizität die Ausscheidung von festen und nebelförmigen Schwebeteilchen in Gasen bezweckt. Durch die Einwirkung von Elektrizität kann zwar auch eine Trennung verschiedener Gasarten erzielt werden, jedoch gehört diese Wirkung mehr in das Gebiet der Edelgasgewinnung und soll hier nicht behandelt werden.

Die Schädlichkeit staubhaltiger Luft für den menschlichen Körper ist bekannt; Ärzte und Hygieniker haben seit langem darauf hingewiesen, daß die Staubgefahr nicht nur wegen der direkten Schädigung der Atmungsorgane so groß ist,

Digitized by Google

sondern besonders deshalb, weil die Staubteilchen als Träger von Bakterien und Bazillen dienen. Während man nach Friese[1]) an Orten im Gebirge in 1 cm^3 Luft nur 1000 Staubteilchen und weniger gezählt hat, erhöht sich die Teilchenzahl beispielsweise für die Luft in London auf 300 000 bis 500 000 in 1 cm^3. Die gleiche Zahl wurde in einem Sitzungssaal nach der Sitzung festgestellt. Einen sehr wesentlichen Anteil an der Verstaubung der Atmosphäre haben die verschiedenen Industrien und gewerblichen Betriebe. Es gibt Werke, die aus ihren Schloten Tag für Tag Hunderte von Tonnen Flugasche in die Luft befördern, die sich dann auf die Umgebung niedersenkt. Ähnlich liegen die Verhältnisse in Zement- und Karbidfabriken, Braunkohlenwerken und metallurgischen Betrieben, die in gleichem Maße wie die chemischen Fabriken seit langem die Aufmerksamkeit der gewerblichen Aufsichtsbehörden auf sich gelenkt haben. Aber nicht nur auf die äußere Umgebung solcher Rauch und Staub erzeugenden Betriebe beschränkt sich die Staubbelästigung, sondern diese erstreckt sich auch auf die Innenräume vieler Werke, wie Mühlenbetriebe usw.

In verschiedenen Betrieben sind Staubbeimengungen bei Gasen vorhanden, die nicht ins Freie gelangen, sondern als Nutzgase verwendet werden, wie z. B. die bei der Roheisenerzeugung in den Hochöfen entstehenden Gichtgase. Diese erfordern eine weitgehende Reinigung, bevor sie für Heizzwecke in Winderhitzern und Kesseln oder zum Betriebe der großen Gasmaschinen, die gegen Verschmutzung äußerst empfindlich sind, weiter verwendet werden können.

Der dritte Fall der Elektrofilter-Anwendung ist dort gegeben, wo die in Gasen enthaltenen Schwebeteilchen sehr wertvoll sind, so daß aus diesem Grunde ihre Wiedergewinnung erwünscht ist, wie z. B. in metallurgischen Betrieben.

II. Geschichtliches.

Die Erkenntnis, daß Elektrizität, die aus einer Spitze in einen raucherfüllten Raum ausströmt, die Rauchteilchen niederschlägt, ist bereits 100 Jahre alt. In den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts führte zuerst Walker in England zusammen mit Lodge praktisch die Niederschlagung von Bleidämpfen mittels Elektrizität durch, ohne daß diese erste Anlage jedoch eine besondere Bedeutung erlangte. Auch die späteren Versuche hielten sich in kleinerem Rahmen, und erst 1906 gewannen in Amerika die Arbeiten von Cottrell[1]) eine gewisse Bedeutung für die Praxis.

III. Grundzüge der Elektrofilterung.

Die mechanischen Gasreinigungsverfahren suchen die Schwebeteilchen entweder durch Einschalten von Widerständen in den Gasweg in Form von Filtertüchern oder ähnlich wirkenden Schichten von Kies, Koks, Raschigringen oder durch häufigen Richtungswechsel bedingende Labyrinthkanäle aus dem Gasstrom zurückzuhalten oder durch die Wirkung der Fliehkraft in Ventilatoren oder sogenannten Zyklonen auszuscheiden oder sie schließlich durch Besprühen oder Benetzen mit fein verteilten Flüssigkeiten, wie Wasser, Öl oder Teer, zu binden und mit der Flüssigkeit abzuführen.

Wenn die Filtertücher und Kiesschichten alle Staubteilchen zurückhalten sollen, so müssen sie sehr dicht sein, wodurch außer einer häufigen Reinigung ein großer Widerstand und dementsprechender Energiebedarf bedingt wird, ebenso wie bei den Labyrinth- und Fliehkraftfiltern. Sobald ein solches Filter brennbare Teile enthält, verbietet sich die Filterung heißer Gase; es geht damit die meist wertvolle Eigenwärme der Gase verloren, wie dies auch bei der Anwendung von Flüssigkeiten der Fall ist. Bei dieser kommt noch der vielfach beträchtliche Energiebedarf für die Bewegung der Netzflüssigkeit hinzu und bei den Tuchfiltern die sorgfältige Temperaturüberwachung, um eine Verstopfung bei eintretender Kondensation der in den Gasen enthaltenen Feuchtigkeit zu vermeiden. Alle diese Erscheinungen haben die Entwicklung der Elektrofilter begünstigt.

Für die Niederschlagung von Schwebeteilchen aus Gasen mittels Elektrizität können drei verschiedene Wirkungen in Frage kommen:

1. die elektrostatische Anziehung eines an sich ungeladenen, aber influenzierten Teilchens in einem elektrischen Felde, vergleichbar der ma-

---

[1]) Staub und Rauch, 1912, S. 147, Staubzählungen Dr. W. Friese.

[1]) The Electrical Precipitation of Suspended Particles by F. G. Cottrell — Journ. of Industrial and Engineering Chemistry. — Vol. III, Nr. 8, Aug. 1911, S. 542—50 und Journ. of Electricity, Power and Gas, Vol. XXVII, Nr. 8, 19. Aug. 1911.

Digitized by Google

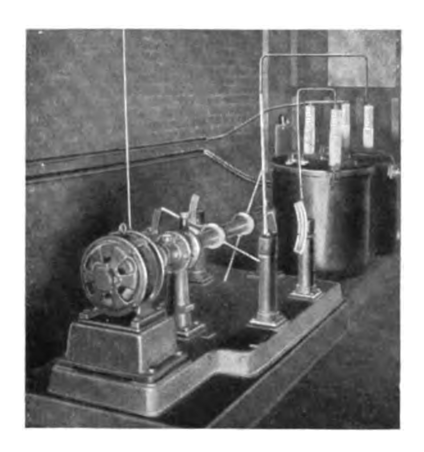


Bild 1. Ansicht des Gleichrichters mit Antriebsmotor, im Hintergrund die Hochspannungstransformatoren.

gnetischen Anziehung eines an sich unmagnetischen Eisenstückes, das in den Kraftlinienbereich eines Magnetpolsgelangt.

2. Die Anziehung zwischen einem elektrisch geladenen Staubteilchen und einer Elektrode, vergleichbar der magnetischen Anziehung zwischen dem Nordpol eines Magneten und dem Südpol eines anderen Magneten.

3. Der elektrische Wind, der beim Ausströmen hochgespannter Elektrizität aus Spitzen oder Kanten entsteht und dadurch die in dem Gas enthaltenen Staubteilchen mitführt.

Bei den Elektrofiltern werden fast ausschließlich die unter 2 und 3 genannten Wirkungen benutzt.

In einfachster Form enthält das Elektrofilter eine Spitze oder Kante oder einen dünnen Draht, Lade- oder Sprühelektrode genannt, aus der die hochgespannte Elektrizität ausströmt (sogen. Korona[1]) und dadurch die in dem Gas enthaltenen Schwebeteilchen mit Elektrizität lädt unter gleichzeitiger Erzeugung des elektrischen Windes. Der Sprühelektrode gegenüber steht die Niederschlags- oder Abscheideelektrode in Form einer Platte, eines Drahtgewebes oder einer Rohrwandung, auf der sich die geladenen Staubteilchen aus dem Gas abscheiden. Die beiden Elektroden, zwischen denen das zu entstaubende Gas hindurchgeführt wird, sind mit den Klemmen einer Hochspannungsstromquelle verbunden.

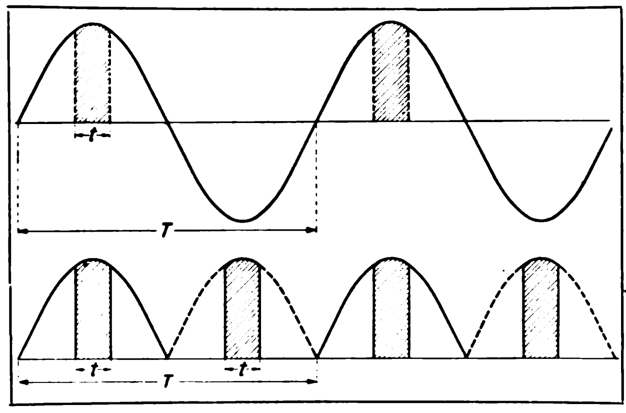


Bild 2. Spannungskurve mit den durch den Gleichrichter herausgeschnittenen Höchstwerten.

[1]) s. Heft 1 d. Siemens-Zeitschrift 1923; s. a. „Anfangsspannung" Heft 7, 1923.

Verwendet man zur Speisung des Elektrofilters Wechselstrom, so strömt aus der Sprühelektrode abwechselnd positive und negative Elektrizität in das Gas aus, wodurch die Staubteilchen abwechselnd jeweilig positiv und negativ mit Elektrizität geladen werden und sich dann durch die gegenseitige Anziehung zu größeren Staubkomplexen vereinigen, die infolge ihres größeren Gewichtes leichter aus dem Gasstrom herausfallen. Eine bessere Wirkung läßt sich jedoch im allgemeinen durch die Verwendung hochgespannten Gleichstromes erzielen, wobei z. B. aus der Sprühelektrode dauernd negative Elektrizität ausströmt, die die Staubteilchen negativ auflädt, so daß diese dann von der mit dem positiven Pol der Elektrizitätsquelle verbundenen Abscheideelektrode angezogen und auf diese Weise aus dem Gasstrom entfernt werden. Deshalb wird heute zur Speisung des Elektrofilters hochgespannter Gleichstrom vorgezogen.

Für die Erzeugung des hochgespannten Gleichstromes wird der in der Regel auf den Werken vorhandene Wechselstrom durch einen Transformator in seiner Spannung auf etwa 50 000 bis 100 000 V erhöht und dieser hochgespannte Wechselstrom durch einen mechanischen Gleichrichter in pulsierenden Gleichstrom verwandelt. Der Gleichrichter (Bild 1) hat auf einer isolierenden Welle zwei voneinander getrennte, unter 90° versetzte Arme und wird durch einen kleinen Synchronmotor angetrieben, der ohne Gleichstrom-Erregung ausgeführt und durch einen einfachen Schalter angelassen werden kann. Die Arme des Gleichrichters gleiten mit ihren Enden in der horizontalen Stellung mit einigen Millimetern Abstand an Kontaktsegmenten vorbei, und zwar immer gerade in dem Augenblick, wenn die Wechselstromspannungskurve ihren Höchstwert erreicht (Bild 2). Auf diese Weise werden aus den Wechselstromwellen die Höchstwerte herausgeschnitten, die dann den pulsierenden Gleichstrom bilden. Der Gleichrichter ist demnach nichts anderes als ein im Takte der Netzfrequenz bewegter Umschalter, durch den eine Hälfte der

Digitized by Google

Bild 3. Rohr-Elektrofilter mit axialem Sprühdraht.

Stromkurve ständig nach der anderen Seite der Abszissenachse geklappt wird.

Falls auf einem Werk nur Gleichstrom zur Verfügung steht, wird der für die Transformierung erforderliche Wechselstrom durch einen besonderen, mit einem Gleichstrommotor gekuppelten Generator erzeugt, wobei der Gleichrichter dann ebenfalls mit diesem Umformer gekuppelt werden kann.

IV. Aufbau des Elektrofilters.

a) Allgemeines.

Das Elektrofilter enthält nach Vorstehendem die beiden Elektrodenarten, Lade- und Abscheideelektrode und wird für kleine und mittlere Größen vielfach als Rohrfilter ausgeführt. Das in der Regel lotrecht angeordnete Rohr bildet dabei gleichzeitig die Abscheideelektrode, während die Ladeelektrode als Draht in der Achse des Rohres isoliert aufgehängt ist (Bild 3). Da der Rohrdurchmesser aber mit Rücksicht auf die Spannung beschränkt ist — man geht über 300 bis 400 mm Durchmesser im allgemeinen nicht hinaus —, so würde für größere Gasmengen ein ganzer Wald solcher Röhren erforderlich sein, wobei aber mancherlei Nachteile auftreten.

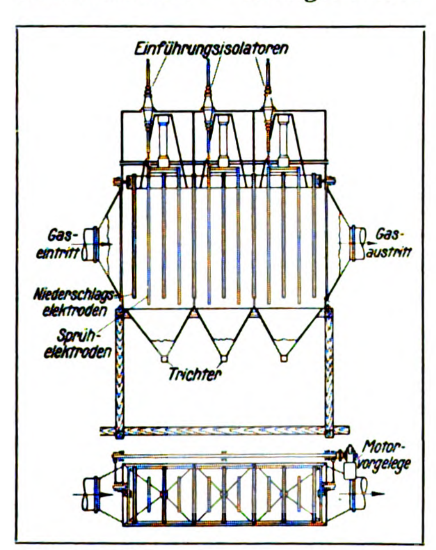


Bild 4. Schematische Darstellung eines Elektrofilters.

Die SSW bauen daher ihre Elektrofilter für größere Gasmengen und höhere Temperaturen mit kammer- oder kastenförmigem Gehäuse, in dem die Elektroden als ebene Gebilde abwechselnd

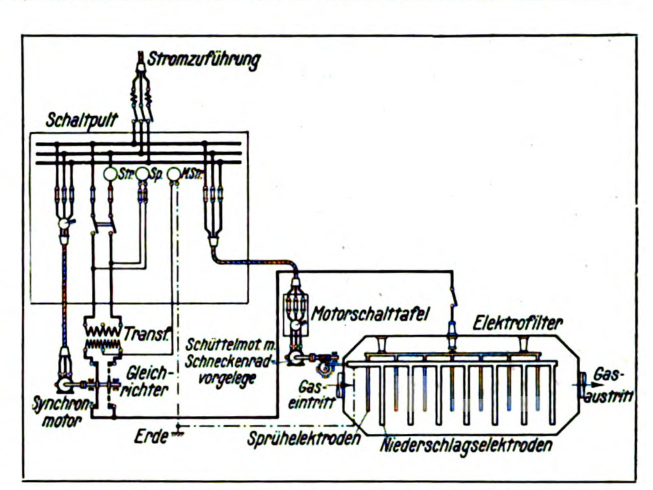


Bild 5. Schaltbild für ein Elektrofilter.

nebeneinander angeordnet sind, wie die Platten in einem Akkumulatorengefäß. Die Gase können die Kammer entweder parallel zur Ebene der Elektroden durchströmen oder aber senkrecht zur Ebene der in diesem Fall siebartig durchlässigen Elektroden (Bild 4).

Die mit dem einen Pol der Hochspannungsstromquelle verbundenen Ladeelektroden werden isoliert vom Gehäuse und den Abscheideelektroden angeordnet; die mit dem anderen Pol verbundenen Abscheideelektroden dagegen sind mit dem Gehäuse geerdet, so daß die Berührung des Gehäuses ohne jede Gefahr zulässig ist. Der auf den Abscheideelektroden angesammelte Staub wird periodisch durch ein Schüttelwerk entfernt und fällt in einen Sammeltrichter, aus dem er nach Bedarf abgezogen werden kann.

Die Schaltung einer Elektrofilteranlage ist in Bild 5 dargestellt. Die Stromverteilung erfolgt innerhalb des durch ein schwach ausgezogenes Rechteck angedeuteten Schaltpultes, dessen äußere Ansicht Bild 6 zeigt. Die Stromzuführung aus dem 380- oder 500-V-Drehstromnetz des Werkes ist oben gezeichnet. Von den drei Sammelschienen geht die Leitung über Sicherungen und Aus-



Bild 6. Schaltpult zur Aufnahme der notwendigen Apparate und Meßgeräte.

Digitized by Google

schalter zu dem als Synchron-Motor ausgebildeten Antriebsmotor des Gleichrichters; daneben zweigt die Leitung zum Transformator ab über einen Stromzeiger und Sicherungen sowie die nötigen Schalt- und Regelapparate zur Einstellung der richtigen Polarität und Spannung am Filter. In dem geerdeten Teil des Transformator-Hochspannungskreises ist ein Milli-Amperemeter zur Messung des geringen Stromes im Filter eingeschaltet. Als dritter Abzweig kommt die Leitung für den Motor zur Staubabschüttelung der Elektroden in Frage; die Leitung ist über Sicherungen und eine Motorschalttafel geführt. Der Transformator bringt also die Hochspannung des Netzwechselstromes hervor, der dann als gleichgerichteter Strom aus dem Gleichrichter in das Elektrofilter fließt und von dort über Erde zurück zum Transformator.

b) Ladeelektroden.

Wie schon vorher erwähnt, hat jedes Elektrofilter eine oder mehrere Lade- oder Sprühelektroden, mittels der die im Gas enthaltenen Staubteilchen mit Elektrizität geladen werden. Zweckmäßig verwendet man solche Ladeelektroden, die für das Ausströmen der hochgespannten Elektrizität besonders günstig sind. Ursprünglich waren es einzelne Spitzen, Stacheldrähte oder mit vielen feinen Spitzen sägeblattartig ausgerüstete Stäbe, scharfkantige Blechstreifen oder Ketten. Die Spitzen und Kanten haben jedoch den Nachteil, daß sie sich im praktischen Betriebe sehr bald mit Staub bedecken, wodurch ihre Wirkung mehr oder weniger beeinträchtigt wird. Man ging daher später zur Verwendung glatter Stäbe, Drähte oder Netze über, da deren Sprühwirkung vollkommen ausreichend ist und der erwähnte Nachteil vermieden wird. In besonderen Fällen kann die Sprühelektrode durch einen Wasserstrahl gebildet werden, der sich unter der Wirkung der Elektrizitätsladung in feine Tropfen auflöst, die dann ihre Ladung den Staubteilchen mitteilen. Hierbei tritt aber wieder eine oft unerwünschte Nebenwirkung auf, die in der Befeuchtung des Gases und Staubes liegt.

Bisweilen hat man die Sprühelektrode, um Staubansatz auf ihr oder Überschläge zur Gegenelektrode zu verhüten, mit Glasröhren oder anderen Isolierstoffen umhüllt, wobei jedoch wieder gewisse Nachteile, wie leichte Zerbrechlichkeit und Empfindlichkeit gegen höhere Temperaturen auftreten. Die Siemens-Schuckertwerke verwenden als Sprühelektrode in der Regel Drahtnetze aus schwachgewelltem Draht, die einerseits eine ausgezeichnete Sprühwirkung geben, anderseits geringe Ansatzflächen für Staubablagerungen bieten und durch die Wellung gegen Zerreißen bei Temperaturänderungen geschützt sind.

In den meisten Fällen kann als Baustoff für die Ladeelektroden Eisen verwendet werden, das bei feuchten Gasen eine Verzinkung und bei sauren Gasen eine Verbleiung erhält. Um besonderen Schutz gegen das Durchrosten zu bieten, kann das Drahtnetz auch in Kupfer, Bronze oder rostsicherem Stahl hergestellt werden.

c) Abscheideelektroden.

Die Abscheideelektroden sollen im Gegensatz zu den Ladeelektroden keine Elektrizität in das Gas aussprühen, sondern den geladenen Staubteilchen nur eine mit Elektrizität entgegengesetzten Vorzeichens geladene Fläche darbieten, von der eine Anziehungskraft auf die Teilchen ausgeübt wird, so daß diese sich auf den Niederschlagselektroden absetzen. Es können als Abscheideelektroden Platten oder Rohrwandungen dienen, sofern das Gas sich an den Niederschlagselektroden entlang parallel zu diesen bewegt. Wenn dagegen die Elektroden senkrecht zur Gasrichtung angeordnet sind, so werden sie netz- oder siebartig durchlässig ausgebildet. In besonderen Fällen können die Abscheideelektroden noch mit Fangrinnen versehen werden, in die der abzuscheidende Staub geleitet wird, so daß er dann durch das Gas nicht wieder mitgeführt werden kann. Die Abscheideelektroden können in gleicher Weise wie die Ladeelektroden mit Isolierstoffen umhüllt werden. Als Baustoff für die Abscheideelektroden wird in der Regel Eisen verwandt, notfalls mit einem der Gasart entsprechenden Schutzüberzug.

d) Isolatoren.

Isolatoren gelangen, abgesehen von den Stützisolatoren für die Hochspannungsfreileitung zwischen Transformator und Filterkammer, beim Elektrofilter einmal als Träger für die Sprühelektroden zur Verwendung und außerdem als Durchführungen für die Zuleitung der Hochspannung

Digitized by Google

zu den Sprühelektroden. Die Anordnung der Isolatoren kann verschieden gewählt werden. Ein Beispiel zeigen die Bilder 3 und 4. Bevorzugt wird von den SSW die glatte zylindrische Form, insbesondere, wenn die Isolatoren mit dem staubigen Gas in Berührung kommen, weil sich dabei die geringste Ansatzfläche für den Staub bietet, der in vielen Fällen die Elektrizität leitet und damit die Isolierung aufheben würde, und weil beim glatten Zylinder die Reinigung sehr bequem ist. Oftmals bietet es Vorteile, die Isolatoren nicht im Gasraum selbst anzuordnen, sondern sie in einer besonderen Nische unterzubringen, in der sie wenig oder gar nicht mit dem Gas in Berührung kommen.

Als Baustoff für die Isolatoren wird fast ausschließlich Hartporzellan benutzt, das im allgemeinen allen Anforderungen entspricht. Unter besonderen Umständen, wenn beispielsweise die Isolatoren durch den Filterbetrieb sehr häufigen Temperaturschwankungen ausgesetzt sind und es sich um saure Gase handelt, kann für die Isolatoren Quarz angezeigt sein.

e) Elektrodenreinigung.

Bei manchen Staubarten, z. B. von sandartigem Charakter und rundlicher Teilchenform, fällt der Staub von den Niederschlagselektroden in größeren Brocken von selbst ab, natürlich auch, wenn es sich um die Abscheidung flüssiger Teilchen, wie z. B. Teer oder Schwefelsäure, handelt, so daß eine besondere Reinigung der Elektroden nicht nötig ist. In den meisten Fällen jedoch löst sich der auf den Niederschlagselektroden abgeschiedene Staub von diesen nicht ohne weiteres ab, so daß eine besondere Reinigung erforderlich wird. Zur Entfernung des Staubes von den Elektroden sind die verschiedensten Mittel in Anwendung oder vorgeschlagen worden: Abklopfen der Elektroden von außen, Abblasen mit Preßluft, zeitweilig besonders erhöhte Gasgeschwindigkeit im Filter oder die Hervorrufung von Schallwellen. Die SSW haben von vornherein in denjenigen Fällen, die eine Entfernung des Staubes durch Erschütterung ermöglichen, ein Verfahren angewandt, nach dem die ganzen Elektroden senkrecht um einige Millimeter gehoben und dann frei auf eine Unterlage fallengelassen werden, ähnlich wie ein Raucher seine Pfeife auf der flachen Hand ausklopft. Durch die dabei auftretende gleichmäßig starke Erschütterung aller Elektrodenteile wird die Reinigung in denkbar bester Weise erreicht. Ein Teil des hierbei aufgewirbelten Staubes gelangt damit naturgemäß wieder in den Gasstrom. Es kann deshalb, um eine Überlastung des Filters zu vermeiden, die Reinigung der einzelnen Elektroden auch nacheinander erfolgen.

Ein Teil des Staubes setzt sich vielfach auch auf den Sprühelektroden ab, wo er besonders dann störend wirkt, wenn der Staub elektrisch isoliert und dadurch die Sprühwirkung beeinflußt. In solchen Fällen werden bei den Siemens-Elektrofiltern auch die Sprühelektroden entweder in gleicher Weise wie die Abscheideelektroden durch Heben und Fallenlassen mitsamt den Isolatoren gereinigt oder aber durch Vermittlung eines Schlaggewichts, wobei die Isolatoren dann in der Hauptsache nicht auf Zug-, sondern nur auf Druckfestigkeit beansprucht werden. Die Elektrodenreinigung kann entweder in größeren Abständen nach Bedarf vorgenommen werden oder aber dauernd in kurzen Zwischenräumen. In beiden Fällen ist die erforderliche Antriebsleistung für die Elektrodenreinigung verschwindend klein. Das Siemens-Elektrofilter erfordert grundsätzlich für die Elektrodenreinigung keine Unterbrechung des Gasstromes, so daß der Dauerbetrieb des Filters ungestört bleibt.

f) Gehäuse.

Das eigentliche Filtergehäuse kann entweder in Eisenblech ausgeführt werden, das notfalls noch eine Wärmeisolierung erhält, oder aber auch in Mauerwerk oder Beton, besonders bei größeren Filtern. Im unteren Teil des Gehäuses sind zur Aufnahme des abgeschiedenen Staubes einzelne Trichter angeordnet oder ein Graben, aus dem die Weiterbeförderung mittels einer Schnecke geschieht. In der Regel erhält das Gehäuse abnehmbare Deckel, die entweder fest verschraubt sind oder in einem Sand- oder Wasserverschluß lose liegen. Die obere Kammeröffnung dient gleichzeitig zum Einbringen und Herausnehmen der Elektroden und Isolatoren. Am Gehäuse können außerdem nach Bedarf Schaugläser zur Betrachtung der Filterwirkung sowie Meßöffnungen zum Einbringen von Temperatur-, Geschwindigkeits-, Druck- und anderen Meßgeräten angeordnet werden.

Digitized by Google

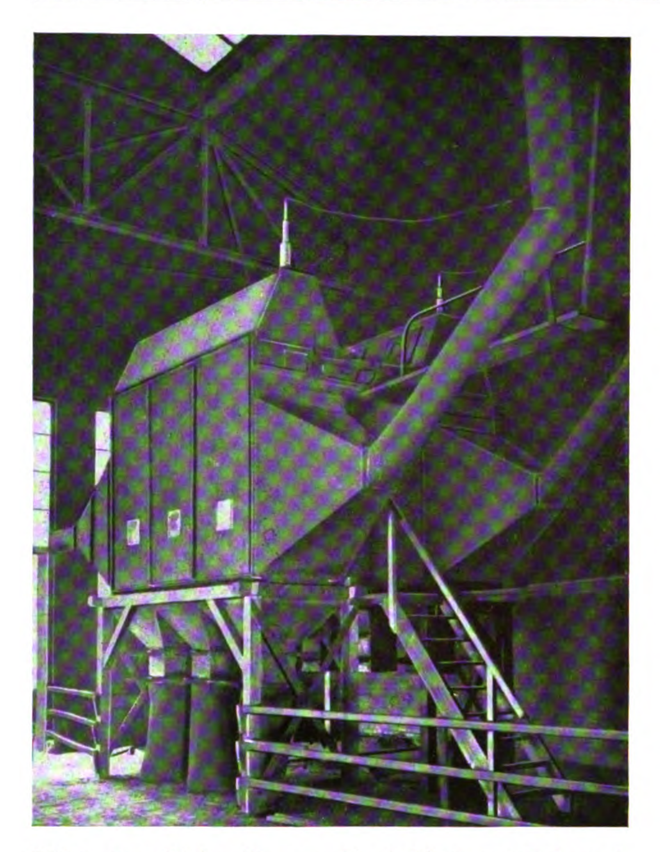


Bild 7. Zwei Elektrofilter zur Abscheidung von Koksstaub aus der Mühlenabluft bei der Elektroden-Herstellung.

V. Ausgeführte Anlagen.

Aus der großen Zahl der ausgeführten und im Bau befindlichen Elektrofilteranlagen sollen nur einige Beispiele hervorgehoben werden.

Bild 7 zeigt ein Elektrofilter zur Abscheidung von Koksstaub aus der Mühlenabluft bei der Herstellung von Elektroden. Die staubige Luft tritt links in das dreiteilige Filter ein, der abgeschiedene Staub wird in Säcken aufgefangen und der Fabrikation wieder zugeführt. Die gereinigte Luft entweicht durch die Rohrleitung rechts und einen Schornstein ins Freie. Die Stromzuführung ist auf dem Dach des Filters sichtbar. Ein zweites gleiches Filter steht im Hintergrund. Der Staubgehalt im Rohgas wurde bis zu 50 g/m³ festgestellt und im Reingas bis 0,02 g/m³.

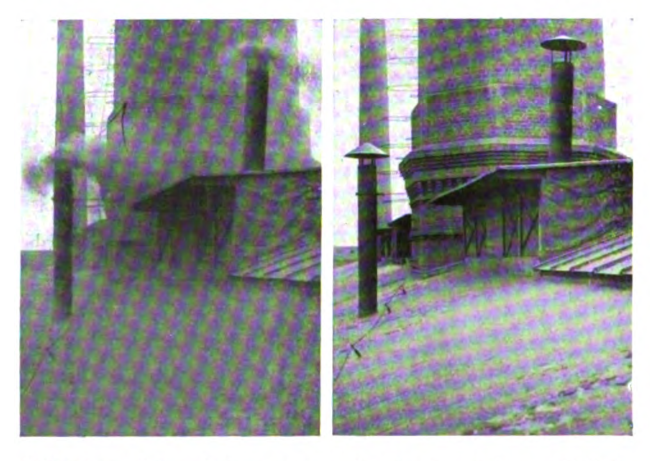


Bild 8 und 9. Schornsteine der beiden Filter (Bild 7) ohne Spannung am Filter bei eingeschalteter Spannung

Bild 8 läßt die Schornsteine der beiden Filter bei ausgeschaltetem Filterstrom erkennen und

Bild 9 dieselben Schornsteine bei eingeschaltetem Filterstrom. Auf dem gleichen Werk befindet sich ein Elektrofilter in Rohrform im Betriebe (Bild 10), das unmittelbar auf einer Mühle wie ein Schornstein angebracht ist und eine gleich vorzügliche Wirkung hat. Eine zweite derartige größere Rohrfilteranlage ist gegenwärtig im Bau.

Ferner wurden erfolgreiche Versuche in kleinerem Maßstabe über die Entstaubung und Entteerung von Generatorgasen durchgeführt. Auf Grund der günstigen Ergebnisse befindet sich gegenwärtig eine größere Anlage im Bau.

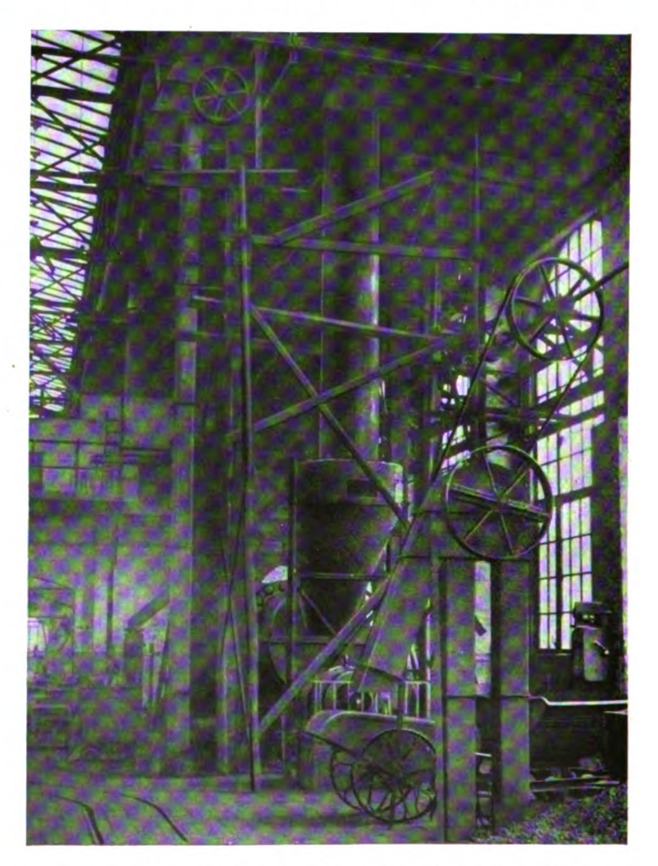


Bild 10. Rohr-Elektrofilter auf Kugelmühle aufgebaut.

Digitized by Google

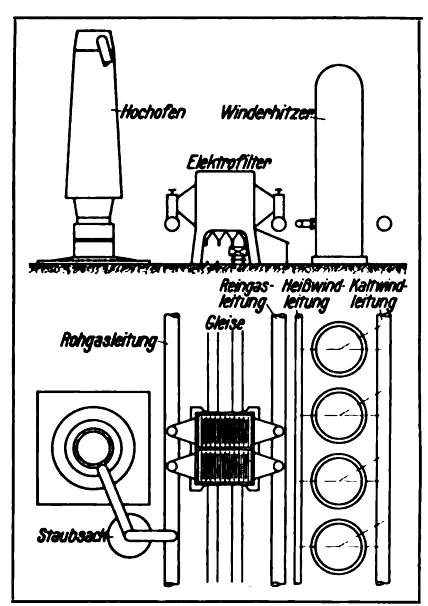


Bild 11. Anordnung eines Elektrofilters für einen Hochofen.

In einer größeren Betriebsanlage werden die Röstgase für die Schwefelsäurefabrikation von ihrem Staub befreit.

In einer kleinen Versuchsanlage sind Flugascheteilchen aus Rohbraunkohle-Kesselgasen niedergeschlagen worden. Diese Versuche werden in einer größeren Betriebsanlage fortgeführt.

In ähnlicher Weise sind Versuche unter den verschiedensten Betriebsverhältnissen angestellt und werden auch jetzt noch fortgesetzt.

Ein schwieriges und zugleich wichtiges Anwendungsgebiet ist die Reinigung der Hochofen-Gichtgase, über die auch in der Literatur Berichte von Versuchen in Amerika und ebenso auch in England vorliegen. Für die Gichtgasreinigung haben die SSW eine Betriebs-Versuchsanlage[1]) gemeinsam mit einem Hüttenwerk im Rheinland errichtet, mit der es gelungen ist, das Hochofengas auf solche Reinheit zu bringen, wie es für die

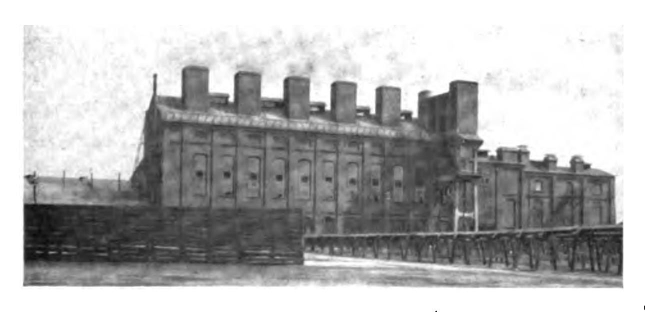


Bild 12. Elektrofilter für die Brüden-Entstaubung bei der Trocknung der Rohbraunkohle.

verschiedenen Zwecke des Hüttenbetriebes gefordert wird. Dabei hat sich als wesentlicher Vorteil die Erhaltung der Eigenwärme des Gases für Heizzwecke in Winderhitzern und Kesseln, der geringe Energiebedarf des Elektrofilters und die Vermeidung des Wasserbedarfs sowie jeglicher brennbarer Teile im Filter erwiesen.



Bild 13. Dasselbe Filter (B. 12) von der Seite gesehen.

Bild 11 zeigt die Anordnung eines Elektrofilters für einen Hochofen.

In der Braunkohlenbrikett-Industrie kommt das Elektrofilter in erster Linie für die Entstaubung der Brüden bei der Rohkohle-Trocknung in Frage, dann aber auch für die ganze Innenentstaubung. Die SSW haben für die Brüdenentstaubung ein Betriebs-Versuchsfilter auf einer Grube im Senftenberger Bezirk aufgestellt, das allen Anforderungen entspricht und bei dem der abgeschiedene Staub unmittelbar zu Briketten mit verpreßt wird. Die Bilder 12 und 13 stellen das an einen Trockenofen angebaute Filter dar. Die gute Wirkung des Versuchsfilters hat die Grube veranlaßt, den Neubau einer weiteren Brikettfabrik ebenfalls mit Siemensfiltern auszurüsten.

VI. Spezifische Angaben über Elektrofilter.

Über den Raumbedarf eines Elektrofilters lassen sich allgemein gültige Zahlen nicht angeben, da hierfür die Zusammensetzung des zu filternden Gases und der Schwebeteilchen, die Gastemperatur und der gewünschte Reinigungsgrad von Bedeutung sind.

Der mechanische Filterwiderstand kann praktisch vernachlässigt werden, da er nur einige Millimeter W. S. beträgt.

Über die Anschaffungskosten lassen sich ebenfalls keine allgemeinen Angaben machen, da diese naturgemäß von der Größe der Filteranlage abhängen.

Der Energiebedarf eines Elektrofilters ist gering und kann einschließlich Elektrodenreinigung und Gleichrichterantrieb überschläglich zu 1–2 kW je sekundlich zu reinigendem m³ Gas angenommen werden.

Der erzielbare Reinigungsgrad ist in hohem Maße von der Gaszusammensetzung und der Art des abzuscheidenden Staubes abhängig. Außer-

[1]) s. „Stahl u. Eisen" Nr. 48 vom 29. Nov. 1923.

Digitized by Google

dem wird man an eine Feinreinigung von Nutzgasen, beispielsweise für Gasmaschinenbetrieb wesentlich höhere Anforderungen stellen müssen als an eine Reinigung von Schornsteingasen. Das Elektrofilter kann hierbei den jeweiligen Bedürfnissen der Praxis angepaßt werden.

Die Unterhaltungskosten sind gering und beschränken sich in der Regel auf den Ersatz einiger Drähte und Isolatoren.

Die Bedienungskosten treten praktisch kaum in Erscheinung, da im allgemeinen die geringe Wartung von dem vorhandenen Betriebspersonal mitbesorgt werden kann.

Die besondere Gefahr, die vielleicht in der Benutzung einer Anlage mit hochgespannter Elektrizität liegen könnte, wird meist sehr überschätzt. Trotz der vielen bereits im Betrieb befindlichen Elektrofilteranlagen ist noch kein Fall bekannt geworden, daß jemand bei der Bedienung einer Elektrofilteranlage einen Unfall erlitten hätte, da die Elektrotechnik über genügende und geeignete Sicherheitseinrichtungen verfügt.

Ebenso ist in keinem Falle durch den Betrieb der Siemens-Elektrofilter eine Explosion entzündlicher Gase oder Staubarten hervorgerufen worden.

VII. Schlußbemerkungen.

Wenn es zutrifft, daß die Zahl der für ein technisches Gebiet nachgesuchten Patente einen Maßstab für die Entwicklung bedeutet, dann ist die Elektrofilter-Gasreinigung in einer sehr starken Entwicklung begriffen. Die Siemens-Schuckertwerke besitzen heute außer vielen noch schwebenden Patentanmeldungen allein in Deutschland über 60 einschlägige Patente. Die bisher mit der Elektrofilter-Gasreinigung erzielten Erfolge bieten im Verein mit den dem Siemens-Konzern zur Verfügung stehenden wissenschaftlichen Hilfsmitteln und im vertrauensvollen Zusammenarbeiten mit der Industrie die Gewähr für eine weitere gedeihliche Entwicklung dieses neuen Anwendungsgebietes der Elektrizität.

Kurz zusammengefaßt sind die Vorteile der Siemens-Elektrofilter folgende:

1. keine brennbaren Teile, daher auch Entstaubung heißer Gase bis 500° C und darüber möglich;
2. keine Wasseranwendung, daher Gewinnung des Staubes in trockener Form zur etwaigen unmittelbaren Weiterverwendung, kein Energieverbrauch für die Wasserbewegung und keine Klärteiche;
3. praktisch vernachlässigbarer mechanischer Durchgangswiderstand des Elektrofilters, daher keine besonderen Ventilatoren nötig;
4. außerordentlich geringer Energiebedarf, daher hohe Wirtschaftlichkeit der Elektrofilteranlage;
5. einfache Wartung und gefahrlose Bedienung;
6. geringer Verschleiß.

Die elektrischen Zeitdienst-, Sicherheits- und Kontroll-Anlagen der Nordsüdbahn Berlin.

Von Oberingenieur J. Wiligut, Feuermelder- und Uhren-Abt. der S. & H. A.-G.

Bei der einheitlichen Betriebsführung der Berliner Hoch- und Untergrundbahn und der Nordsüdbahn war, vorwiegend mit Rücksicht auf pünktliche Anschlüsse beim Umsteigeverkehr, eine einheitliche Zeitangabe unbedingt erforderlich. Andererseits mußte berücksichtigt werden, daß die Uhrenanlage auch auf die späteren Anschlußbahnen nach Neukölln, Schöneberg-Wilmersdorf und Tempelhof ausgedehnt werden kann. Aus diesen Gesichtspunkten heraus wurde im „Unterwerk Belle-Alliance-Platz" eine Unterzentrale aufgestellt. Der Umstand, daß für die Uhrenanlage der Nordsüdbahn gleichfalls das Siemens-System gewählt wurde wie für die Hoch- und Untergrundbahn A. G. Berlin, ermöglichte auf äußerst einfache Art und Weise in beiden Anlagen die für einen neuzeitlichen Schnellbahnverkehr unbedingt erforderliche, genau übereinstimmende Zeitangabe auf sämtlichen Bahnhöfen bzw. Uhren.

Die Unterzentrale (Bild 1) erhielt für den Antrieb aller angeschlossenen Nebenuhren, die wie die Uhren der Berliner Hoch- und Untergrundbahn für halbminutliche Fortschaltung eingerichtet sind, eine sogenannte Relaishauptuhr mit elektrischem Pendelantrieb, die von der Hauptzentrale im Verwaltungsgebäude Köthener Straße gesteuert wird. Der Anschluß dieser Relaisuhr wurde an das Uhrennetz der Berliner Hoch- und Untergrundbahn am Bahnhof Hallesches Tor bewirkt. Die Unterzentrale ist für vier Linien eingerichtet. Linie 1 umfaßt die Nordstrecke, einschließlich Betriebsbahnhof, die Linien 2, 3 und 4

Digitized by Google



Bild 1. Uhren-Unterzentrale Unterwerk Belle-Alliance-Platz.

die Südstrecke, und zwar vom Halleschen Tor bis Neukölln bzw. Schöneberg-Wilmersdorf und Tempelhof.

Die Zentrale ist mit den erforderlichen Einrichtungen zur Kontrolle des Leitungsnetzes und der Überwachung der Kontaktgabe sowie mit einer selbsttätigen Umschaltvorrichtung ausgerüstet, die beim Versagen der Relais-Hauptuhr die Reserve-Hauptuhr selbsttätig einschaltet. Die Fortschaltung aller unmittelbar an die Hauptzentrale angeschlossenen Nebenuhren erfolgt vollkommen gleichzeitig über Stromwenderelais, wodurch die Kontakte an den Hauptuhren gänzlich entlastet werden. Die Dauer der Kontaktgabe richtet sich nach der Länge und Art der Leitung und wird durch einen Verzögerungsmechanismus eingestellt. Die Kontrolluhren und Nachstellschalter in der Zentrale dienen dazu, eine etwa gestörte Linie einzugrenzen und die Uhren dieser Linie von Hand und durch Vergleichen mit der Kontrolluhr nachzustellen. Diese Einrichtung wird durch eine Erdschluß-Kontrolleinrichtung ergänzt, die ohne besondere Leitungen jeden Erdschluß durch Weckzeichen und Transparent bekanntgibt, während ein besonderes Meßinstrument, das die Verbrauchsstromstärke anzeigt, durch erhöhten Zeigerausschlag einen etwa auftretenden Nebenschluß erkennen läßt. Ladeeinrichtung, Sicherungen, Schalter, Lichttafeln usw. ergänzen den Zentralaufbau in der üblichen Weise.

Sämtliche an das Leitungsnetz angeschlossenen Nebenuhren sind hintereinander geschaltet, eine Schaltungsart, die sich bereits bei der Berliner Stadt- und Ringbahn bewährt hat. Als Leitungsmaterial wurde Papierfaserstoffkabel mit Kupferadern von 1,5 mm Durchmesser verwendet, die zu einem Kabel, das allen Schwachstromanlagen gemeinsam dient, vereinigt sind.

Alle Uhren, ausgenommen die Anlage im Betriebsbahnhof Seestraße, werden von einer gemeinsamen Akkumulatorenbatterie von 48 V Spannung gespeist, so daß einfachste Übersicht und Wartung gewährleistet sind. Auf den einzelnen Bahnhöfen sind die Nebenuhren mit transparenten Zifferblättern von 60 cm Durchmesser stets an den Abfahrtseiten angebracht, und zwar so, daß auch der Zugführer die Ankunfts- und Abfahrtszeit des Zuges kontrollieren kann. (Bild 3.)

Auf dem Betriebsbahnhof wurden, im Zusammenhang mit der Uhrenanlage, verschiedene elektrische Einrichtungen ausgeführt, die zur Aufrechterhaltung der Ordnung und damit der Sicherheit wichtig sind. Die Zentralapparate sind in einem Schalttafelaufbau (Bild 2) vereinigt. Links im Aufbau befindet sich eine Relaishauptuhr, deren

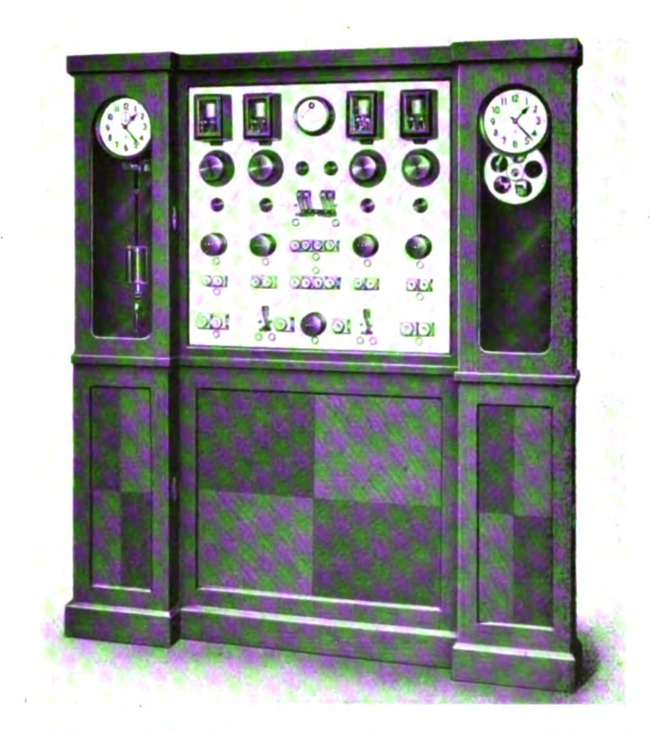


Bild 2. Zentrale für die Uhren-, Pausensignal- und Feueralarmanlage auf dem Betriebsbahnhof.

Digitized by Google



Bild 3. Transparente Nebenuhr an der Abfahrtseite auf dem Bahnsteig der Untergrundbahn.

Synchronisierungseinrichtung wie eine Nebenuhr an das Bahnuhrennetz angeschlossen ist und so eine genaue Zeitübereinstimmung mit der Hauptzentrale und allen angeschlossenen Nebenuhren gewährleistet; rechts im Aufbau sind eine Signalnebenuhr und auf dem Marmorfeld die Relais zur Einschaltung von Sirenen und Weckern, die Ladeeinrichtung und Sicherungen angebracht. Den Betriebsstrom liefert eine Akkumulatorenbatterie von 24 V Spannung. Die Relaishauptuhr betreibt Nebenuhren, die in den verschiedensten Räumen untergebracht sind, und die Signalnebenuhr; diese schaltet selbsttätig Alarmapparate ein, die Beginn und Beendigung der Arbeitszeit bzw. Pausen anzeigen. Die Signalnebenuhr hat eine Signalscheibe, die vom Werk dieser Uhr in 24 Stunden einmal um ihre Achse gedreht wird. Dicht am Rande

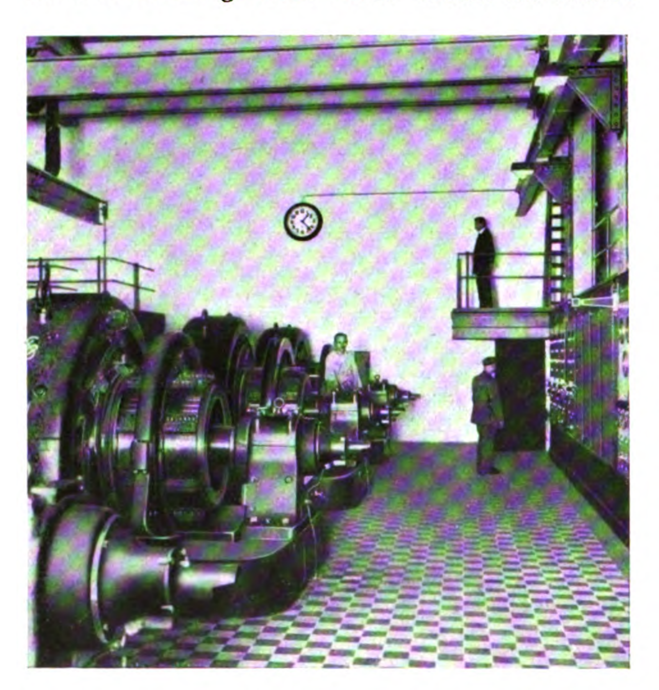


Bild 4. Nebenuhr im Maschinenraum des Umformerwerkes.

dieser Scheibe befinden sich Gewindelöcher, in die nach Bedarf Stifte eingeschraubt werden. Die Signalnebenuhr ist für 4 Stromkreise eingerichtet, so daß in verschiedenen Räumen ein zeitlich unterschiedliches Signal gegeben werden kann. Die bemerkenswerteste Einzelheit dieser Signaleinrichtung ist ein die Signalhebel beeinflussender, auswechselbarer Signalstift. Dieser trägt Verdickungen, deren Lage bestimmend dafür ist, welcher Signalhebel beeinflußt und welcher Stromkreis betätigt werden soll.



Bild 5. Nebenuhren auf dem Stellwerksgebäude.

Als Alarmapparate werden in der Wagenhalle und in den Werkstätten Sirenen, in den Aufenthaltsräumen, Ingenieur- und Meisterzimmern Wechselstromwecker benutzt. Diese Apparate dienen auch gleichzeitig zum Signalisieren einer „Betriebsstörung“ und zum Alarmieren bei „Feuer“. Zu diesem Zweck sind auf dem Gelände der Nordsüdbahn Druckkontakte mit entsprechenden Aufschriften angebracht, die bei Betätigung ein Laufwerk elektrisch auslösen und die charakteristischen Signale an den Alarmapparaten einschalten. Die Signale lassen erkennen, um welche Art von Alarm es sich handelt.

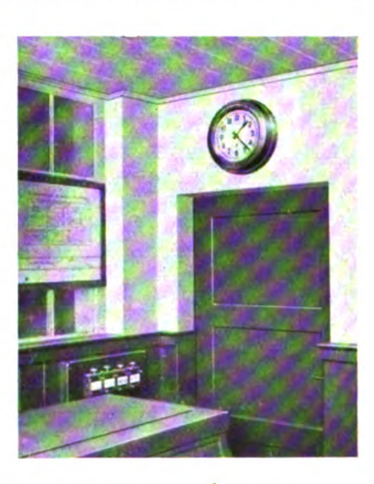


Bild 6. Nebenuhr im Stellwerksraum.

An die Uhrenanlage (die Anbringung verschiedener Nebenuhren zeigen die Bilder 3—6) sind ferner Arbeitszeit-Kontrollapparate angeschlossen, die den Vorteil bieten, daß sich die Arbeiter selbst kontrollieren und nicht, wie bei der häufig noch üblichen Markenkontrolle von Aufsichtspersonen abhängig sind. Die Arbeitszeit-Kontrollapparate sind in den Werkstätten so ange-

Digitized by Google

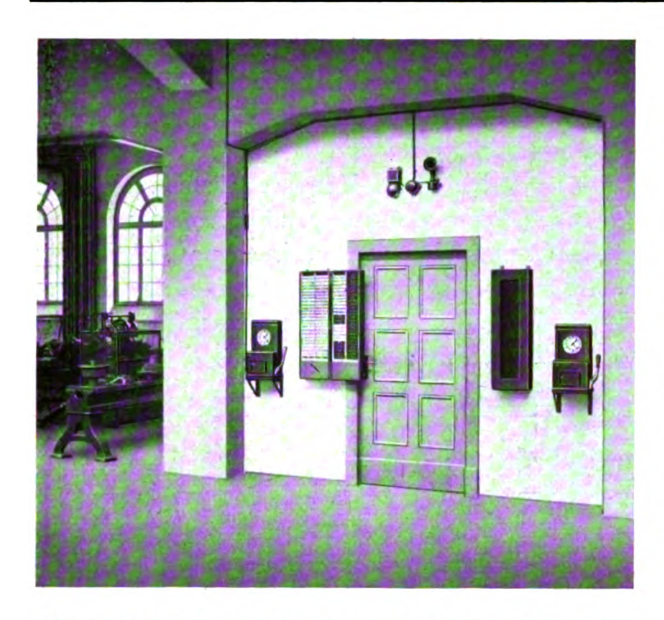


Bild 7. Arbeitszeit-Kontrollapparate in den Werkstätten.

bracht (Bild 7), daß sie der Meister beaufsichtigen kann. Da die Kontrollkarten gleichzeitig zur Ausrechnung der geleisteten Arbeitszeit dienen, ist es wichtig, diese Ausrechnung so einfach wie möglich zu gestalten, eine Aufgabe, deren Lösung mit den Kontrollapparaten der Siemens & Halske A.-G. weitgehend gelungen ist.

Die Arbeitszeit wird bei diesem neuen System neben dem üblichen Zeitaufdruck durch eine Reihe von Lochungen registriert, deren Zahl zwar stets gleichbleibt, deren Lage zueinander jedoch in Abhängigkeit von der Zeit wechselt. Die durch die Lage der Lochungen symbolisch ausgedrückten Werte lassen nicht nur erkennen, ob es sich um eine Eingangs- oder Ausgangsregistrierung handelt, sondern stellen gleichzeitig den Zeitwert, abgerundet auf volle Viertelstunden, dar, und zwar so, daß beim Eingang die kommende, dagegen beim Ausgang die vergangene volle Viertelstunde registriert wird. Mit Hilfe eigenartig gestalteter Rechenbretter werden die Karten in einfachster Weise ausgewertet und dadurch wird bei der Lohnberechnung viel Zeit erspart.

Zweifellos zeigen die verschiedenen elektrischen Einrichtungen, die von der Zentraluhrenanlage abhängig sind, eine vorzügliche Auswertung solcher Anlagen, die je nach Art des Betriebes noch wesentlich gesteigert werden kann.

Berechnung von Drehstrom-Kraftübertragungen

Von O. Burger, Oberingenieur in der Abteilung Zentralen der SSW.

Vorbemerkung.

Die Berechnungsweise beruht auf den einfachsten mathematischen Überlegungen ohne Benutzung der höheren Mathematik. Es handelt sich um die praktische Anwendung des Rechnens mit komplexen Größen, ohne daß hierfür besondere Formeln oder Formelzeichen anzuwenden sind. Die Ergebnisse sind für die Praxis vollkommen genau genug. Die Rechnungsweise soll nichts neues bieten, sondern nur eine Zusammenfassung dessen geben, was man zur Berechnung einer Drehstromübertragung braucht. Die ganze Anordnung läßt stets den Zusammenhang und Einfluß der einzelnen Größen erkennen. Da sie in einer Tafel alle Rechnungswerte zusammenfaßt, eignet sie sich für spätere rasche Prüfung.

Da die Grundzüge der Berechnung als bekannt vorausgesetzt sind, ist auf die Ableitung der Formeln verzichtet worden.

Die Übertragung besteht:

1. aus einer Kraftquelle, welche die elektrische Energie mit einer bestimmten Betriebsspannung und Frequenz liefert;
2. aus den Übertragungsmitteln, Freileitungen und Kabelleitungen. Auch die zur Übertragung notwendigen Transformatoren am Anfang und Ende einer Hochspannungsleitung werden als Teile der Leitung aufgefaßt. Ob die Transformatoren in dem betreffenden Fall zu berücksichtigen sind, ist von Fall zu Fall zu entscheiden;
3. aus den Entnahmestellen elektrischer Energie.

Für die Entnahmestellen muß angegeben sein, wieviel Energie mit einer bestimmten Spannung bei einem bestimmten Leistungsfaktor zu liefern ist.

Ehe eine genauere Berechnung der Übertragung ausgeführt werden kann, muß man überschläglich die Betriebsspannung und die Querschnitte bestimmen.

Die Frequenz liegt im allgemeinen fest, sie beträgt 50 Perioden in der Sekunde. Anlagen mit anderen Frequenzen verschwinden in Europa immer mehr, nur für Bahnzwecke werden niedrigere Frequenzen, wie z. B. $16^2/_3$ Perioden/s, gebraucht.

Digitized by Google

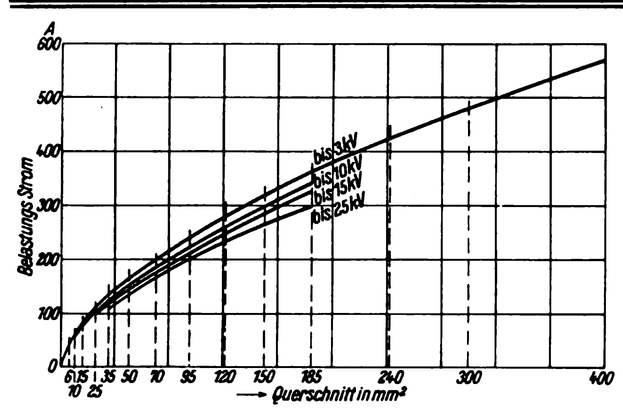


Bild 1. Höchste dauernd zulässige Belastung von unterirdischen Drehstromkabeln für verschiedene Betriebsspannungen bei Verlegung von nicht mehr als 2 Kabeln im gleichen Graben von 70 cm Tiefe.

Die Nordamerikaner arbeiten meist mit 25 oder 60 Per./s, und unter ihrem Einfluß ist in Südamerika und Asien eine Reihe von Anlagen für diese Frequenz ausgeführt.

Bei anderen Frequenzen als 50 muß entsprechend umgerechnet werden.

Spannung: Da es sich hier nur um die Berechnung der elektrischen Verhältnisse handelt, wird davon abgesehen, die richtige Betriebsspannung in bezug auf Wirtschaftlichkeit zu bestimmen.

Die Frage der Wirtschaftlichkeit wird später in einem besonderen Abschnitt behandelt. Allgemeingültige Formeln sind schwer aufzustellen, da die Preise starken Änderungen unterworfen sind und außerdem die prozentualen Änderungen der Preise von Metallen (Aluminium, Kupfer, Stahl, Eisen) und Isolierstoffen (Porzellan, Öl usw.) nicht immer die gleichen sind. Man ist daher im allgemeinen gezwungen, in wichtigeren Fällen Vergleichsberechnungen mit verschiedenen Spannungen durchzuführen, um die günstigste Übertragungsspannung zu bestimmen.

Um wenigstens einen ungefähren Anhalt zu haben, welche Normalspannung man wählen soll, kann man rechnen für eine Übertragungs-Entfernung von

10	km mit einer Betriebsspannung	= 6 kV
20— 30	„ „ „ „	= 15 „
40— 60	„ „ „ „	= 35 „
80—100	„ „ „ „	= 60 „
120—160	„ „ „ „	= 100 „

Querschnitt: Die vorläufige Auswahl des Mindest-Querschnittes erfolgt zunächst unter Berücksichtigung der Erwärmung der Leitung durch den Strom. Die zulässige Erwärmung für unterirdisches Kabel ergibt sich aus den Normen des V. D. E. für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen (Bild 1).

Die unterirdischen Kabel erwärmen sich bei den angegebenen Belastungen bei Einzelverlegung und unter normalen Verhältnissen um 25° C. Für andere Belastung kann man die Übertemperatur über die Temperatur des Erdbodens nach folgender Formel berechnen:

1) $t = 25 \left(\frac{i}{i_N}\right)^2$ in Grad Celsius,

worin bedeutet:

i_N = zulässiger Normalstrom in Ampere,
i = Strom in Ampere, für den die Erwärmung festgestellt werden soll.

Die Belastung von im Freien ausgespannten Kupferseilen kann man nach folgender Formel berechnen:

2) $q = 0{,}572 \frac{i^{4/3}}{t^{2/3}}$ in mm² bzw.

2a) $i = 1{,}52 \cdot q^{3/4} \cdot t^{1/2}$ in Ampere.

Die Erwärmung beträgt daher bei gegebenem Querschnitt:

3) $t = 0{,}437 \frac{i^2}{q^{3/2}}$ in Grad Celsius.

Hierin bedeutet q den Querschnitt der Leitung in mm², t die Temperaturerhöhung in ° C.

Die Verhältnisse zwischen Belastung und Erwärmung für verschiedene Querschnitte sind aus Bild 2 zu ersehen. Die sich ergebenden Werte gelten nur angenähert, für ruhende Luft, und berücksichtigen nicht den Einfluß von Wind und Wetter.

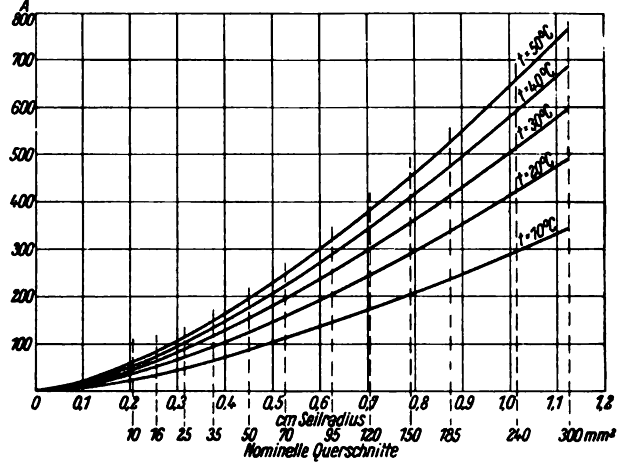


Bild 2. Erwärmung belasteter, im Freien in geschützter Lage aufgehängter Kupferseile.

Digitized by Google

Die Aluminiumleitungen kann man für gleiche Erwärmung nach folgender Formel berechnen:

4) $i_{Al} = i_{Cu} \cdot \sqrt{\frac{r_{s_{Cu}}}{r_{s_{Al}}}}$ in Ampere,

worin i der Strom, r_s der spezifische Widerstand ist und Cu und Al als Indices andeuten, ob die betreffenden Werte für Kupfer oder Aluminium gelten.

Mit $r_{s_{Cu}} = 17{,}5$ und $r_{s_{Al}} = 30$ erhält man für gleiche Erwärmung

$$i_{Al} = {}^3/_4\, i_{Cu}.$$

Der Belastung von Freileitungen sind keine Grenzen durch die Normalien gesetzt. Man kann gegebenenfalls auf Temperaturen von 100 oder gar mehr Grad gehen. Im allgemeinen wird man aber bestrebt sein, nicht so hoch hinaufzugehen, da die Energieverluste dann meist zu hoch sein werden. Außerdem darf man die Widerstandszunahme bei zunehmender Temperatur des Seiles nicht vernachlässigen.

Ferner wachsen auch bei übermäßiger Erwärmung die Durchhänge der gespannten Leitung, wodurch unter Umständen der Abstand der Leitung von der Erde zu gering werden könnte. Für unterirdische Kabel gibt es eine durch Normalien festgelegte Höchstbelastung, dagegen für Freileitungen nicht. Aus praktisch ausgeführten Anlagen sieht man, daß man im allgemeinen bei letzteren mit nicht über 40 bis 50° C Erwärmung arbeitet, wenigstens wenn es sich um längere Hochspannungsfreileitungen handelt.

Für Stahlaluminiumseile kann man den Strom für gleiche Erwärmung im Verhältnis des Seildurchmessers des Stahlaluminiumseiles zum Aluminiumseil erhöhen (beide Seile von gleichem Al-Querschnitt vorausgesetzt).

Nach vorläufiger Festlegung der Übertragungsspannung kann man den Querschnitt der Leitung zunächst in bezug auf Energieverlust festlegen. Hierfür dient die im folgenden gegebene Formel, die für 10 v. H. Energieverlust aufgestellt ist:

5) $$q_{10} = \frac{NL}{A}\ \text{mm}^2.$$

Hierin ist q_{10} der Querschnitt der Kupferleitung für 10 v. H. Energieverlust, N = Leistung, die zu übertragen ist, in kW, L = Länge der Strecke in km, A ein Faktor nach folgender Tafel, die für einen prozentualen Energieverlust p = 10 v.H. für Kupfer (bzw. 17 v. H. für Aluminium) gilt.

Leistungsfaktor	Betriebsspannung in kV								
	6	10	15	20	30	35	40	50	60
$\cos\varphi = 1{,}0$	206	571	1285	2190	5150	7000	9150	14 300	20 600
0,9	167	462	1040	1850	4170	5670	7400	11 600	16 700
0,8	132	365	823	1465	3290	4480	5850	9 150	13 150
0,7	101	280	630	1120	2520	3430	4980	7 000	10 100
0,6	74	205	463	825	1850	2520	3300	5 150	7 420
0,5	52	143	321	573	1290	1750	2288	3 580	5 150

Bei einem Energieverlust = x v. H. ist der Querschnitt nach folgender Formel zu wählen:

$$q_x = q_{10} \cdot \frac{p}{x}\ \text{mm}^2.$$

Es ist zu bemerken, daß man im allgemeinen, wenn möglich, nur 5 v. H. Energieverluste zulassen sollte. Mehr als 10 v. H. jedoch nur bei Ausnutzung entfernt liegender billiger Wasserkräfte.

Ergeben sich zu große Querschnitte, so muß eine entsprechend höhere Spannung gewählt werden, und für diese ist dann die Rechnung zu wiederholen.

Die Korona-Erscheinungen, die namentlich bei hohen Spannungen auftreten und Energieverluste verursachen können, bedingen vielfach die Wahl größerer Leitungsquerschnitte, um die Verluste zu vermeiden. Die diesbezüglichen Formeln sind auf Seite 26 angegeben.

Bestimmung der Leitungskonstanten.

Sämtliche Leitungskonstanten sind aus dem gegebenen Leitungsmaterial, der Isolation, dem Querschnitt und den gegenseitigen Abständen bestimmbar. Sie werden alle in Widerstandseinheiten (Ohm bzw. Kiloohm) ausgedrückt, und zwar für die einfache Leitungslänge, d. h. für eine Phase und gültig für 50 Perioden in der Sekunde.

a) Freileitungen.

1. Ohmscher Widerstand (Resistanz).

Dieser ist

6) $$R = \frac{r_s}{q}\, L\ \text{Ohm},$$

worin bedeutet:

q der Querschnitt des Seiles in mm^2,
L die Streckenlänge in km,

Digitized by Google

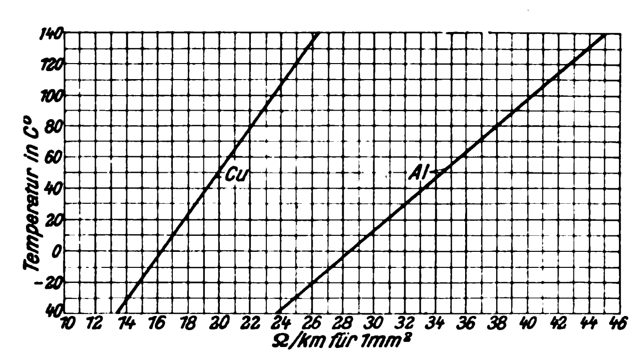


Bild 3. Spezifischer Widerstand von Kupfer und Aluminium in Abhängigkeit von der Temperatur, in Ohm für 1 km Länge und 1 mm² Querschnitt.

r, der spezifische Widerstand eines km Draht von 1 mm² Querschnitt. Dieser beträgt für 15° C

für Kupfer ≈ 17,5 Ohm,

für Aluminium ≈ 30 Ohm.

Für jeden Grad Temperaturzu- oder -abnahme wachsen oder verringern sich die Cu- oder Al-Widerstände um etwa 0,4 v.H. (Bild 3).

2. Induktiver Widerstand (Induktanz).

Der induktive Widerstand wird sowohl durch die Leitung selbst als auch durch sämtliche übrigen stromführenden parallellaufenden Leitungen verursacht. Es sind sämtliche stromführenden Leitungen des Systems, auch Nullleiter, zu berücksichtigen. Bei symmetrisch belasteten verdrillten Drehstromleitungen kann man den induktiven Widerstand folgendermaßen bestimmen:

Wenn bedeuten:

$\omega = 2\,\pi\,f$ = Kreisfrequenz (bei f = 50 Perioden in der Sekunde ist $\omega = 314$).

L = die Streckenlänge in km,

A = den mittleren geometrischen Abstand der Leitungen voneinander in cm,

ϱ = den Seilradius in cm,

so ist die Induktanz

$$S = L\,\omega \cdot 2\ln\frac{A}{\varrho\,0{,}78} \cdot 10^{-4}\ \text{Ohm}$$

(ln = natürl. Logarithmus),

oder bei $\omega = 314$:

$$7)\quad S = L \cdot 0{,}1447\,\lg\frac{A}{\varrho\,0{,}78}\ \text{Ohm}$$

(lg = Brigghscher Logarithmus).

Der geometrische Mittelwert für verdrillte Einfachleitung wird bestimmt aus den gegenseitigen Abständen der drei Leitungen unter sich: a, b und c aus

$$8)\quad A = \sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}\ \text{Zentimeter (Bild 4).}$$

Wenn die Leitungen beispielsweise in einer Ebene angeordnet sind, ist

$$A = a \cdot \sqrt[3]{2} = 1{,}26\ a.$$

Wenn an demselben Gestänge zwei parallel geschaltete Drehstromleitungen verlaufen, ist bei Verdrillung nach Bild 6 (rechts) der Einfluß der zweiten Leitung = 0.

Ist die Verdrillung jedoch eine derartige, daß stets gleiche Phasen auf gleicher Höhe liegen, so ist, wenn beide Leitungen gleiche Ströme führen (Bild 6, links) der Wert

$$9)\quad A = \sqrt[3]{\frac{abc\,def}{ghi}}\ \text{(Bild 5).}$$

3. Kapazitiver Widerstand (Kondensanz).

Dieser ist ebenfalls wie der induktive Widerstand von den gegenseitigen Abständen der Spannung führenden Leitungen abhängig.

Für eine verdrillte Drehstromleitung ist der Mittelwert bei gleichen Bezeichnungen wie unter 2:

$$K = \frac{1}{L} \cdot \frac{9}{\omega}\,10^{8} \cdot 2\ln\frac{A}{\varrho}\ \text{Kiloohm}$$

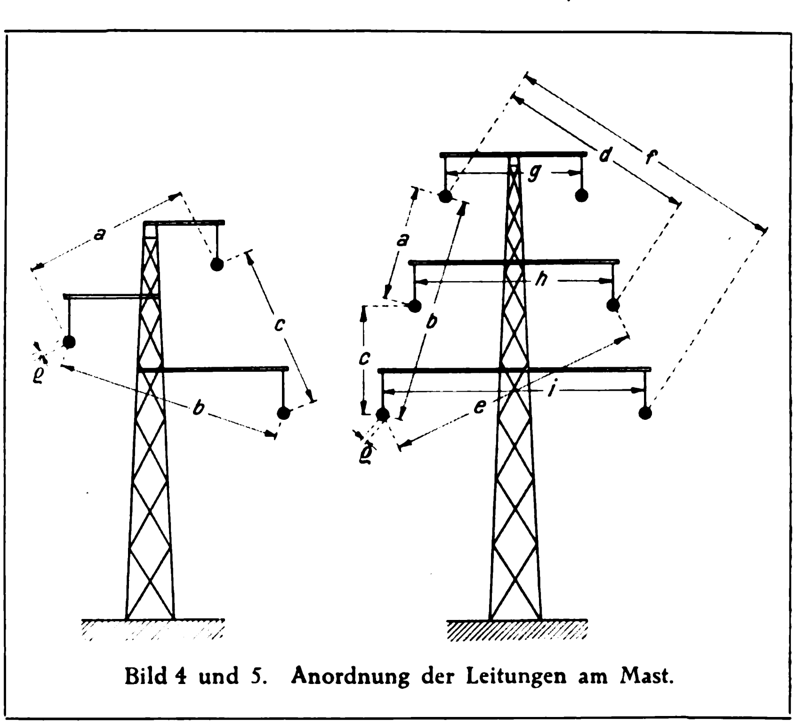


Bild 4 und 5. Anordnung der Leitungen am Mast.

Digitized by Google

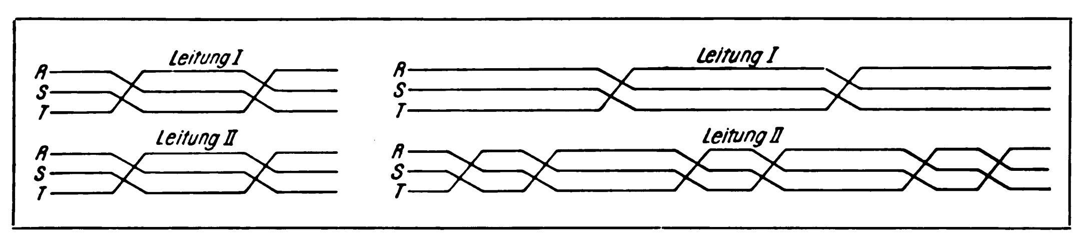


Bild 6. Verdrillung der Leitungen.

bzw. bei $\omega = 314$:

10) $K = \frac{132}{L} \cdot \lg \frac{A}{\varrho}$ Kiloohm.

Die Einflüsse des Blitzseiles und des Abstandes der Leitung von Erde können vernachlässigt werden, da sie meist sehr gering sind. Durch die Kapazität der Isolatoren verringert sich die Kondensanz um 2—4 v. H., was man in den meisten Fällen ebenfalls vernachlässigen kann.

4. Für den Isolationswiderstand hat man keine festen Werte. Im allgemeinen kann man den Ableitungsverlust bei Freileitungen vernachlässigen. Bei hohen Spannungen kann bei Regenwetter die Ableitung bedeutend werden.

Man kann den Energieverlust N_w folgendermaßen annehmen:

Bei 100 kV mit $N_w \approx 1$ kW/km
„ 150 „ „ „ ≈ 2 „
„ 200 „ „ „ ≈ 4 „

Daraus erhält man den Isolationswiderstand

11) $W = \frac{E^2}{N_w}$ Kiloohm/km.

b) Kabelleitungen.

Sämtliche Daten für Kabelleitungen muß man sich von dem liefernden Werk besorgen. Diese geben an:

l = Induktivität je Phase in Millihenry,
c = Kapazität in Mikrofarad,
N_{Di} = dielektrische Verluste in kW/km.

Man erhält daraus die

12) Induktanz $S = L \cdot \omega \cdot l \cdot 10^{-3}$ Ohm, und

13) Kondensanz $K = \frac{1}{L \omega c} \cdot 10$ Kiloohm den

14) dielektrischen Widerstand

$$W_{Di} = \frac{E^2}{N_{Di}} \text{ Kiloohm/km.}$$

Den Ohmschen Widerstand bestimmt man ebenso wie bei Freileitungen nach Formel 6.

c) Transformatoren.

Die Transformatoren gehören im Sinne dieser Betrachtung ebenfalls zur Leitung. Es sind für diese meist gegeben: der prozentuale Ohmsche Spannungsverlust bei $\cos\varphi = 1$ und Normallast $= \varepsilon_\triangle$ v. H. und die Kurzschlußspannung ebenfalls in Hundertteilen der Normalspannung bei Normalstrom ε_k v. H. Daraus erhält man, indem man den Transformator mit dem Übersetzungsverhältnis 1:1 annimmt:

15) Ohmscher Widerstand (Resistanz):

$$r = \frac{10 \cdot \varepsilon_\triangle \cdot E^2}{N_s} \text{ in Ohm;}$$

16) Induktanz

$$s = \frac{10 \cdot \varepsilon_s \cdot E^2}{N_s} \text{ in Ohm.}$$

Darin ist:

17) $\varepsilon_s = \sqrt{\varepsilon_k^2 - \varepsilon_\triangle^2}$ in v. H. (Streuspannung)

und N_s die Normalleistung des Transformators in kVA, E die Betriebsspannung in kV (verkettete Spannung), und zwar die Spannung, die man zur Bestimmung der Übertragungsverhältnisse zugrunde legt.

Außerdem hat man zu berücksichtigen

N_{fe} = Eisenverluste in kW (Hysterese und Wirbelstrom),
N_{BM} = Magnetisierungsblindlast in kVA.

Die Änderung dieser Werte bei verschiedenen Spannungen läßt man sich am besten durch das liefernde Transformatorenwerk angeben. N_{BM} schwankt bei Normalspannung je nach Größe zwischen $3^1/_2$ bis 8 v.H. der normalen kVA Leistung des Transformators.

Wenn keine Werte vom liefernden Werk vorliegen, so kann man bei kleinen Spannungsänderungen gegenüber der Normalspannung, für die der Transformator gebaut ist, annehmen, daß N_{fe} und N_{BM} quadratisch mit der Spannung zu- bzw. abnehmen.

Reaktanz-Spulen.

Der Ohmsche Widerstand pflegt so klein zu sein, daß man ihn vernachlässigen kann. Die Reaktanzen werden meist für ε_s v. H. Reaktanzspannung (gerechnet bei Normalstrom) angegeben. Daraus erhält man

18) $$s = \frac{10 \cdot \varepsilon_s \cdot E^2}{N_{sD}} \text{ in Ohm.}$$


Digitized by Google

N_{sD} bedeutet hierin die Durchgangsleistung der Drossel in kVA.

Nachdem man auf diese Weise sämtliche Größen bestimmt hat, überschlägt man nochmals die Verhältnisse mit Rücksicht auf den Spannungsverlust: Dieser ist:

$$19)\qquad e = \frac{N}{E} \cdot \Sigma R + \frac{N}{E} \cdot \operatorname{tg} \varphi \, \Sigma S \text{ Volt.}$$

ΣR bezw. ΣS = Summe aller auf gleiche Spannung bezogenen Widerstände, oder in Hundertteilen:

$$20)\qquad \varepsilon = \frac{N}{10\,E^2} (\Sigma R + \operatorname{tg} \varphi \cdot \Sigma S) \text{ v. H.}$$

Wird der Spannungsverlust hierdurch anormal groß, so ändert man die Querschnitte bzw. unterteilt die Leitung in mehrere parallele Strecken zur Herabsetzung der Induktivität, bzw. man sucht den Leistungsfaktor der Entnahmestelle durch leerlaufende Synchronmaschinen zu verbessern.

Bei längeren Leitungen und höheren Spannungen darf man den sich aus Formel 19 ergebenden Spannungsverlust in der Leitung infolge des Einflusses durch den Ladestrom nicht unberücksichtigt lassen. Es verringert sich durch ihn die Spannung um

$$21)\qquad e_c = \frac{E\,L^2}{1750} \text{ Volt (E Betriebsspannung in Kilovolt) bzw.}$$

$$22)\qquad \varepsilon_c = \frac{L^2}{1750} \text{ v. H.}$$

Bei der endgültigen Berechnung geht man in der Weise vor, daß man die Leistungen und Verluste für Wirk- und Blindstrom getrennt zusammenzählt, ebenso werden die Spannungen und Spannungsverluste in zueinander senkrechte Komponenten zerlegt und addiert, indem man eine Strecke nach der anderen vom Ende der Leitung an bis zum Kraftwerk vornimmt.

Die zu übertragenden Leistungen und Verluste werden in folgender Weise nach Wirk- und Blindwerten geteilt.

	Wirklast in kW	Blindlast in kVA
1) Entnahme der Energie bei dem Leistungsfaktor cos φ (nacheilend. Strom)	N	N tg φ
2) Zusätzliche Belastung in der Leitung durch die Wirklast:	$\left(\frac{N}{E}\right)^2 \frac{r}{1000}$	$\left(\frac{N}{E}\right)^2 \frac{s}{1000}$
durch die Blindlast:	$\left(\frac{N \operatorname{tg} \varphi}{E}\right)^2 \frac{r}{1000}$	$\left(\frac{N \operatorname{tg} \varphi}{E}\right)^2 \frac{r}{1000}$
durch Kapazität:	—	$\frac{E^2}{K}$
durch Ableitung	$\frac{E^2}{W}$	—
3) In den Transformatoren:		
Verlust durch Wirkstrom und Blindstrom	wie bei der Leitung unter Berücksichtigung der Werte r und s für die Transformatoren	
durch Eisenverluste	N_{fe}	—
Magnetisierungsblindlast	—	N_{BM}
4) Drosselspulen:		
Verlust d. Blindstr.	wie bei der Leitung.	

Die Wirk- und Blindlasten der Transformatoren durch Eisenverluste und Magnetisierungsstrom, sowie Ableitungs- und Ladelasten der Leitungen denkt man sich je zur Hälfte an den Leitungsenden bzw. vor oder hinter dem Transformator konzentriert, wie es Schaltbild 8 darstellt.

Dies ergibt für die Praxis genügend genaue Werte. Bei sehr hohen Spannungen und langen Leitungen wird zur Erzielung größerer Genauigkeit die Leitung unterteilt und jede Teilstrecke für sich gerechnet. Bei Strecken bis zu 200 km bleibt der Fehler meist unter 1 v. H.

Nachdem man so sämtliche Werte gefunden hat, summiert man die Wirklasten und Blindlasten jede für sich und erhält damit die Werte, die im Kraftwerk der Anlage zugeführt werden müssen, um am Ende die gewünschte Leistung abgeben zu können. Aus der Gesamtwirk- und Gesamtblindleistung ergeben sich die Gesamtscheinleistung, die für die Größe der Maschinen maßgebend ist und der Leistungsfaktor im Kraftwerk.

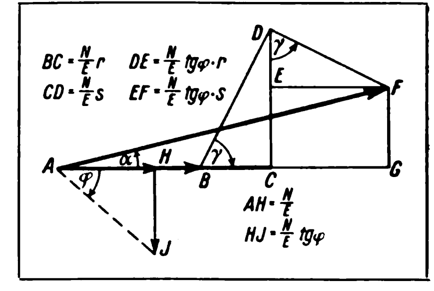


Bild 7. Spannungsdiagramm.

Entnahme von Wirkleistung und Magnetisierungsleistung (nacheilende Blindleistung) wird positiv, Lieferung von beiden negativ gerechnet.

Digitized by Google

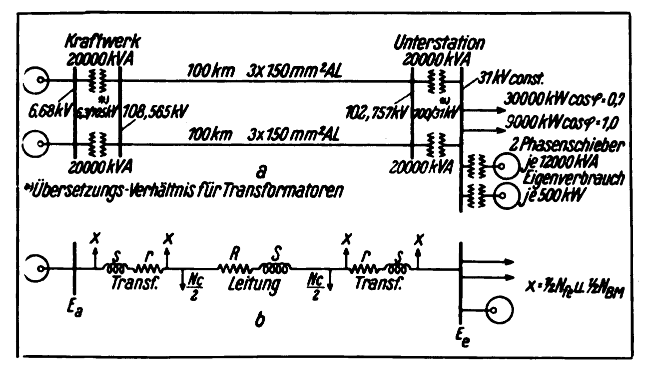


Bild 8. a: Schaltung einer Kraftübertragung. Darunter b: Ersatzschaltung für die Berechnung.

Die Spannungsverluste werden nach folgendem Schema berechnet. Die einzelnen Werte sind durch die angegebenen Buchstaben in Bild 7 zu ersehen.

	Wirkspannung	Blindspannung
Ohmscher Spannungsverlust durch Wirkstrom	$BC = \frac{N}{E} \cdot r$	—
Induktiver Spannungsverlust durch Wirkstrom	—	$CD = \frac{N}{E} \cdot s$
Ohmscher Spannungsverlust durch Blindstrom	—	$DE = \frac{N \operatorname{tg}\varphi \cdot r}{E}$
Induktiver Spannungsverlust durch Blindstrom	$EF = \frac{N \operatorname{tg}\varphi \cdot s}{E}$	—

Die Anfangsspannung ergibt sich aus:

$$AF = \frac{AG}{\cos\alpha},$$

indem man

$$\cos\alpha \text{ aus } \operatorname{tg}\alpha = \frac{FG}{AG}$$

bestimmt. Der Winkel α ist der Phasenwinkel zwischen Anfangs- und Endspannung. Angenähert ist für kleines α

$$\frac{1}{\cos\alpha} = 1 + {}^1/_2 \operatorname{tg}^2\alpha.$$

In gleicher Weise wie die Leistungen werden die Wirk- und Blindspannungen getrennt für sich addiert, um damit die Spannung am Anfang der Leitung zu bestimmen.

Am besten ist alles aus folgendem Beispiel zu ersehen.

Beispiel:

Aufgabe:

Es sollen 40000 kW Drehstrom 50 Per./s mit 100 kV Betriebsspannung auf 100 km mit einer Aluminium-Doppelleitung $2 \times 3 \times 150$ mm² bei 360 cm Phasenabstand übertragen werden. Je am Ende befinden sich zwei Transformatoren von 30000 kVA Leistung (siehe Schaltung Bild 8).

Von den 40000 kW entfallen

	Wirklast kW	Blindlast kVA
auf Belastung mit $\cos\varphi = 0{,}7$.	30 000	30 600
$\cos\varphi = 1{,}0$.	9 000	—
Außerdem werden zur Verbesserung der Übertragungsverhältnisse zwei Phasenschieber von je 12 000 kVA aufgestellt . .	1 000[1]	−24 000
Insgesamt:	40 000	6 600

Berechnung der Konstanten:

Transformatoren je 20000 kVA

$\varepsilon_J = 1$ v.H. . . . . $\varepsilon_k = 8$ v.H. . . . .

$$\varepsilon_s = \sqrt{\varepsilon_k^2 - \varepsilon_J^2} = 7{,}94 \text{ v.H.}$$

Eisenverluste je 100 kW, Magnetisierungsstrom je 700 kVA

$$r = \frac{10 \cdot 1 \cdot 100^2}{20\,000} = 5\,\Omega;$$

2 Transformatoren parallel . $r = 2{,}5\,\Omega$,

$$s = \frac{10 \cdot 7{,}94 \cdot 100^2}{20\,000} = 39{,}8\,\Omega;$$

2 Transformatoren parallel . $s = 19{,}9\,\Omega$.

Leitung:

$$\text{je } R = \frac{30}{150}\,100 = 20 \text{ Ohm},$$

beide Leitungen . . . . $R = 10\,\Omega$,

$$\text{je } S = 100 \cdot 0{,}1447 \lg \frac{360}{0{,}78 \cdot 0{,}79} = 40\,\Omega,$$

beide Leitungen . . . . $S = 20\,\Omega$,

$$K = \frac{132}{100} \lg \frac{360}{0{,}795} = 3{,}5\,\mathrm{k}\Omega,$$

beide Leitungen . . . . $K = 1{,}75\,\mathrm{k}\Omega$,

Ableitung $N_w = 100$ kW,

beide Leitungen . . . . . . $N_w = 200$ kW.

$$\text{Gesamtspannungsverlust } \frac{11\,440}{111\,440} \cdot 100 = 10{,}3 \text{ v.H.}$$

$$\text{Gesamtenergieverlust } \frac{3\,054}{43\,054} \cdot 100 = 7{,}1 \text{ v. H.}$$

[1]) Eigenverbrauch.

Digitized by Google

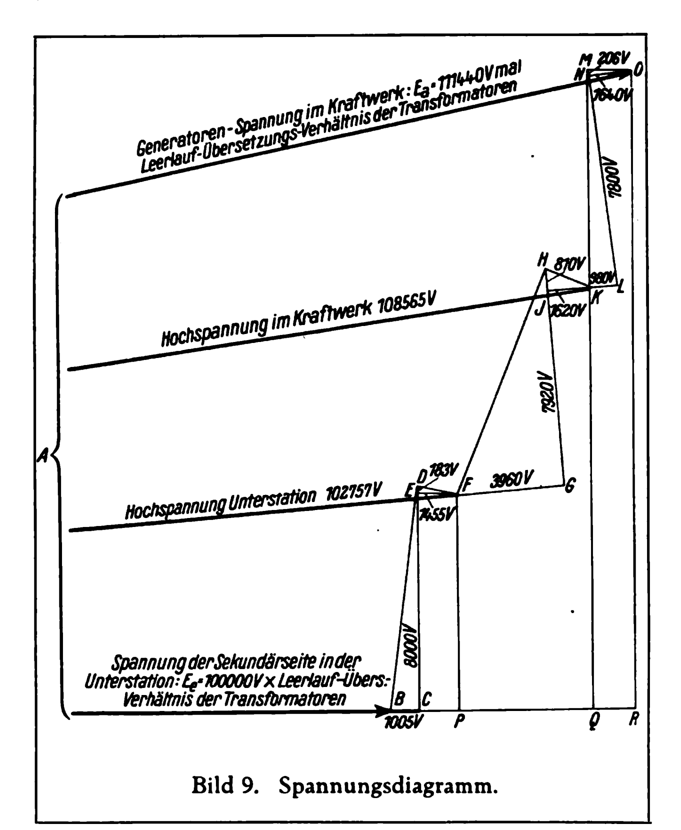


Bild 9. Spannungsdiagramm.

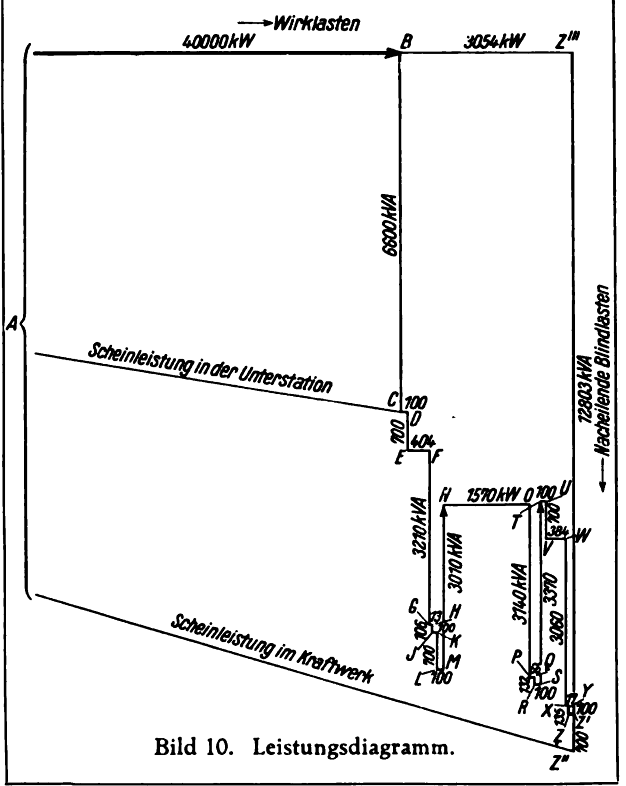


Bild 10. Leistungsdiagramm.

Nr.	Strecke	Volt in Richtung der Endspannung	Volt senkrecht zur Endspannung	cos φ	Belastungen	50 Per/s Wirklast kW	Blindlast kVA
1	Transformatoren der Endstation	100 000	–	0,987	Strombezieher	AB 40 000	BC 6 600
	2 Transformat.				½ Transf.	CD 100	DE 700
	r = 2,5 Ω					AB 40 100	7 300
	s = 19,9 Ω						
		BC = 1 005	CD = 8000			EF 404	FG 3 210
		EF = + 1 455	DE = — 183			GH 13	HK 106
		AP = 102 460	7817		½ Transf.	JK 100	KL 700
		AF—AP + 297	FP/AP = tg α = 0,0763			40 617	11 316
2	Strecke	AF = 102 757	–		½ Strecke	LM 100	MN — 3 010
	R = 10 Ω					40 717	8 306
	S = 20 Ω	FG = 3 960	GH = 7920			NO 1 570	OP 3 140
	K = 1,75 K Ω	JK = 1 620	HJ = — 810			PQ 66	QR 132
		AG = F 108 337	7110		½ Strecke	RS 100	ST — 3 370
		AK—A = 228	0,0657			42 453	8 208
		AK = 108 565	–		½ Transf.	TU 100	UV 700
3	Transformat. der Anfangsstation					42 553	8 908
	2 Transformat.						
	r = 2,5 Ω	KL = 980	LM = 7800			VW 384	WX 3 060
	s = 19,9 Ω	NO = 1 640	MN = — 206			XY 17	YZ 135
		AR = L 111 185	7594		½ Transf.	ZZ′ 100	Z′Z″ 700
		AO—A = 255	R = 0,0683	0,957	Leistung im		
		AO = 111 440			Kraftwerk	AZ‴ 43 054	Z‴Z″ 12 803
		Siehe Bild 9				Siehe Bild 10	

Digitized by Google

Die Spannung der Transformatoren an den Enden muß mit den entsprechenden Leerlaufsübersetzungsverhältnissen multipliziert werden, um die Primärspannung im Kraftwerk bzw. die Sekundärspannung in der Endstation zu bestimmen.

Z. B. in der Unterstation am Ende der Leitung sei die Leerlaufübersetzung der Transformatoren $\frac{31\,000}{100\,000}$, dann erhält man die Sekundärspannung $100\,000 \cdot \frac{31\,000}{100\,000} = \underline{31\,000 \text{ Volt.}}$

Im Kraftwerk sei die Leerlaufübersetzung $\frac{6\,300}{105\,000}$, dann erhält man die Maschinenspannung $111\,440 \cdot \frac{6\,300}{105\,000} = \underline{6680 \text{ Volt.}}$

Querschnitte nach den Normen für Freileitungen, gültig ab 1. 7. 21			Seil Radius ϱ	$0{,}1447 \lg 0{,}78\,\varrho$	$132 \lg \varrho$
				50 Per/s.	
mm²		Istwert mm²	in cm	Ohm	Kiloohm
6	Draht	5,9	0,1375	− 0,140	− 114
10	„	9,9	0,1775	− 0,124	− 99
16	„	15,9	0,225	− 0,109	− 86
10	Seil 7 Drähte .	10	0,205	− 0,115	− 91
16	„ „ .	15,9	0,255	− 0,102	− 78
25	„ „ .	24,2	0,315	− 0,088	− 66
35	„ „ .	34,0	0,375	− 0,077	− 56
50	„ „ .	49	} 0,450	− 0,066	− 46
50	„ 19 „ .	48			
70	„ „ .	66	0,525	− 0,056	− 37
95	„ „ .	93	0,625	− 0,045	− 27
120	„ „ .	117	0,700	− 0,038	− 20
150	„ 37 „ .	147	0,79	− 0,031	− 14
185	„ „ .	182	0,875	− 0,024	− 8
240	„ „ .	228	0,98	− 0,017	− 1
240	„ 61 „ .	243	1,015	+ 0,002	+ 0,9
300	„ „ .	299	1,125	+ 0,008	+ 6,8

Z. B. bei A = 300 cm und ϱ = 0,7 ist S = 0,358 − (− 0,038) = 0,396 Ohm.

Bild 11 dient zur bequemen Ermittlung von $\operatorname{tg} \varphi$ aus $\cos \varphi$ und $\frac{1}{\cos \alpha}$ für $\operatorname{tg} \alpha$.

Zur einfachen Bestimmung von Induktanz und Kondensanz für 1 km Leitungsstrecke kann man die folgenden Tafeln benutzen. Man zerlegt die Werte für S und K

$$S = 0{,}1445 \lg \frac{A}{0{,}78\,\varrho} \text{ in}$$

$$S = 0{,}1447 \lg A - 0{,}1447 \lg 0{,}78\,\varrho \text{ und}$$

$$K = 132 \lg \frac{A}{\varrho} \text{ in } K = 132 \lg A - 132 \lg \varrho.$$

Abstände A in cm	$0{,}1447 \lg A$ Ohm	$132 \lg A$ Kiloohm
	50 Per/s	
50	0,246	224
100	0,289	264
150	0,315	287
200	0,333	304
250	0,347	317
300	0,358	327
350	0,368	336
400	0,376	343
450	0,384	350
500	0,391	356
550	0,397	362
600	0,402	367
650	0,407	371
700	0,412	376

Kleinster Freileitungs-Querschnitt
für Kupfer . . . . 10 mm².
für Aluminium . . . . 25 mm².

23) Abstand der Leitungen $A = 7{,}5 \sqrt{f} + \frac{E^2}{200}$ in cm für Kupfer.

24) $$A = 10 \sqrt{f} + \frac{E^2}{200}$$

in cm für Aluminium.

Hierin ist die Spannung in kV und der Durchhang f in m einzusetzen.

Korona-Verluste.

Diese treten auf, sobald die elektrische Feldstärke an der Draht- bzw. Seiloberfläche einen gewissen Wert übersteigt. Die Feldstärke kann man aus der Betriebsspannung und aus der Leiteranordnung am Mast und aus dem Seildurchmesser berechnen.

Wenn für eine gegebene Anordnung eine bestimmte Spannung erreicht ist, beginnt die Leitung zu glimmen. Diese Spannung nennt man die Glimm- oder Anfangsspannung. Für die Berechnung der Koronaverluste, die beim Glimmen auftreten, ist nun nicht die Anfangsspannung, sondern die kritische Durchbruchspannung maßgebend.

Von Einfluß sind außerdem Wetter, Barometerstand (Höhenlage über Meeresspiegel), Tempe-

Digitized by Google

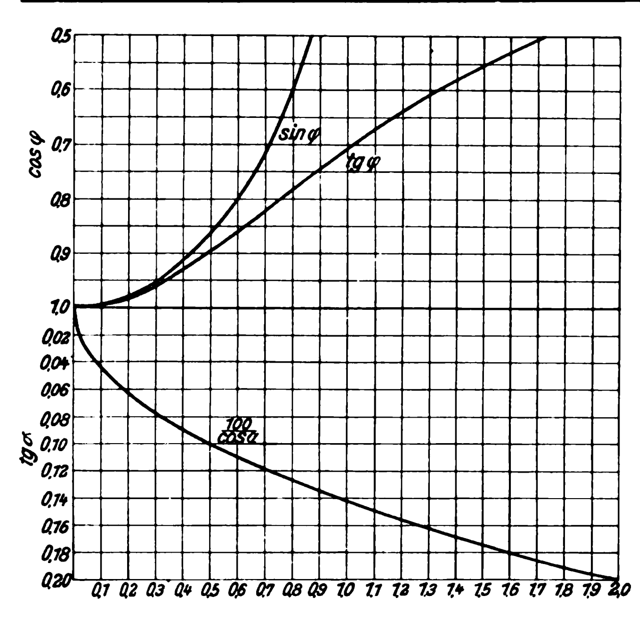


Bild 11. Werte von sin φ und tg φ für gegebene Werte von cos φ und Werte für $\frac{100}{\cos\alpha}$ für gegebene Werte von tg α.

ratur der Luft und die Beschaffenheit der Oberfläche des Seiles.

Die Anfangsspannung E_a berechnet man nach folgender Formel:

$$25)\quad E_a = \sqrt{3}\, m_a \cdot 21{,}1 \left(1 + \frac{0{,}3}{\sqrt{\delta\, \varrho}}\right) r \ln \frac{A}{\varrho} \text{ in kV}^{1)}$$

(verkettete Spannung).

Hierin bedeutet:

m_a = 0,72 für stellenweises Glimmen,
0,82 für ausgeprägtes Glimmen,

$\delta = \frac{3{,}92\, b}{273 + t}$. Es ist dies die Luftdichte beim Barometerstand b Zentimeter und Lufttemperatur t. Bei b = 76 und t = 25 ist $\delta = 1$,

ϱ = Seilradius in cm,

A = mittlerer geometrischer Seilabstand in cm.

Die kritische Spannung:

$$26)\quad E_o = \sqrt{3} \cdot m_o \cdot 21{,}1 \cdot \delta \cdot \varrho \cdot \ln \frac{A}{\varrho} \text{ in kV.}$$

Hierin ist: m_o = 0,93—0,98 für Drähte,
= 0,83—0,87 für Seile.

Bei schlechtem Wetter, insbesondere Nebel, geht die kritische Spannung herab auf

$$27)\quad E_o' = 0{,}8\, E.$$

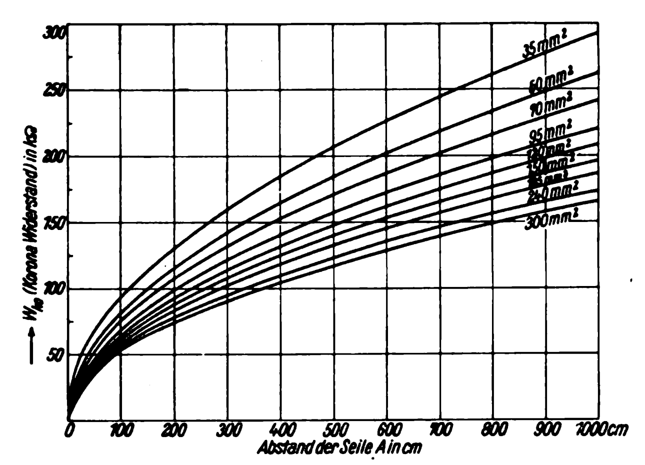


Bild 12. Korona-Widerstand für Drehstrom von 50 Perioden und $\delta = 1$ für verschiedene Querschnitte und verschiedene mittlere geometrische Abstände für 1 km Strecke.

Die Korona-Verluste N_{ko} betragen für eine aus drei Leitungen bestehende Drehstromleitung:

$$28)\quad N_{ko} = \frac{241}{10^5} \cdot \frac{f + 25}{\delta} \sqrt{\frac{\varrho}{A}} \cdot (E - E_o)^2 \text{ in kW/km}^{1)}.$$

Hierin bedeutet f die Frequenz, alles andere wie vorher. Da in Deutschland fast nur mit 50 Perioden gearbeitet wird, vereinfacht sich die Formel in

$$29)\quad N_{ko} = \frac{1}{\delta} \cdot \frac{(E - E_o)^2}{W_{ko}} \text{ in kW/km.}$$

W_{ko} und E_o für verschiedene Querschnitte und Abstände sind in Bild 12 und 13 dargestellt.

Es empfiehlt sich, den Seildurchmesser so groß zu wählen, daß Korona-Erscheinungen bei gutem Wetter nicht auftreten.

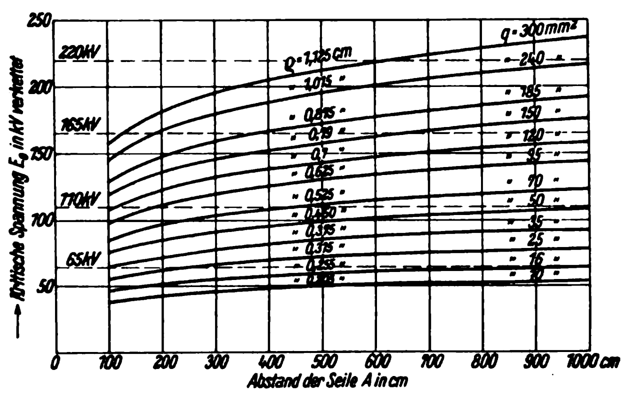


Bild 13. Kritische Spannung E_0 für Drehstrom, $\delta = 1$ und $m_0 = 0{,}85$. Bei schlechtem Wetter sinken die Werte um 20 v.H.

[1]) Wir geben die Formeln 25 und 28 in der von Peek neuerdings angegebenen Form, wodurch die in der Siemens-Zeitschrift 1923, Seite 304 und 308 (7. Heft) gegebenen überholt sind.

Digitized by Google

Wechselstrom-Telegraphie auf Kabeln

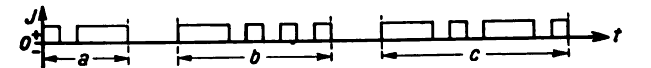
Mitgeteilt von der Lit. Abt. der S. & H. A.-G.

Dieselben Gründe, die dazu geführt haben, die Leitungen für den Fernsprechverkehr mehr und mehr unterirdisch, als Kabelleitungen, zu verlegen, nötigen auch dazu, die oberirdischen Telegraphenleitungen durch unterirdisch geführte zu ersetzen. Da das Kabel den mannigfachen Einflüssen nicht ausgesetzt ist, die auf eine Freileitung störend einwirken können, da es insbesondere von atmosphärischen Vorgängen unabhängig ist und auch von Bahnstrom- oder anderen Starkstromleitungen nicht beeinflußt wird, so gewährleistet es eine Sicherheit des Verkehrs, die bei Freileitungen nicht zu erreichen ist.

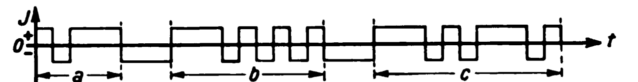
Aus wirtschaftlichen Gründen ist der Bau eines besonderen Telegraphen-Fernkabelnetzes neben dem Fernsprech-Fernkabelnetz nicht möglich. Es konnte sich nur darum handeln, den Telegraphenverkehr mit in das Fernsprechkabel zu verlegen. Dabei mußte peinlich vermieden werden, den Fernsprechverkehr irgendwie zu beeinträchtigen. Das Telegraphensystem durfte weder induktive Störungen in den Fernsprechleitungen hervorrufen, noch durften zu viele Leitungen für die Telegraphie in Anspruch genommen werden. Auch sollte der Telegraphenbetrieb, der z. Zt. erhebliche Zuschüsse erfordert, möglichst wirtschaftlich gestaltet werden. Alle diese Forderungen werden durch das System der Wechselstrom-Mehrfachtelegraphie erfüllt, das im Zentral-Laboratorium des Wernerwerks von Siemens & Halske ausgearbeitet worden ist und über das Herr Oberingenieur F. Lüschen in einem Vortrag im Berliner Elektrotechnischen Verein berichtet hat. Möglich geworden ist die Lösung mit Hilfe der Hochvakuum-Elektronenröhren, die man ja überhaupt in neuerer Zeit zu zahlreichen und mannigfachen Zwecken erfolgreich benutzt.

Die Vorfrage, ob überhaupt eine Verkehrstelegraphie mit Wechselströmen möglich sei, bedurfte keiner besonderen Untersuchung, denn darüber lagen Erfahrungen genug vor. Man kann in sehr vielen Fällen bei Wechselstrom dieselbe Art der Zeichengebung anwenden wie bei Gleichstrom. Wenn nämlich das zu übermittelnde Zeichen (Bild 1) aus positiven Zeichenströmen verschiedener Dauer und stromlosen Zwischenzeichen, oder aus positiven Zeichenströmen und negativen Zwischenzeichenströmen zusammengesetzt ist wie bei der Morsetelegraphie oder dem Siemens-Schnelltelegraphen, so kann man sie durch eine kleinere oder größere Anzahl von Wechselstromschwingungen und stromlose Zwischenzeichen wiedergeben. Nur wenn man bei der Gleichstromtelegraphie drei Elemente zum Aufbau ihrer Schrift benutzt, positive und negative Zeichenströme und stromlose Zwischenzeichen, ist eine entsprechende Wiedergabe durch Wechselströme nicht möglich. Da man mit einer Schrift aus drei Elementen jedoch nur beim Telegraphieren auf Unterseekabeln arbeitet, möge sie hier, wo es sich um den Ersatz von Freileitungen durch Kabel handelt, außer Betracht bleiben.

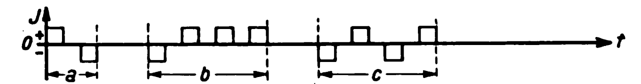
Die Wechselstromtelegraphie bietet den Vorteil, daß man gleichzeitig mehrere Telegramme über dieselbe Leitung senden kann. Verwendet man für jedes Telegramm Wechselstrom einer bestimmten Frequenz, die man als Trägerfrequenz



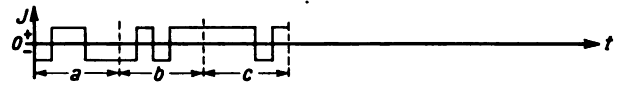
Morse-Gleichstrom, positiver Zwischenstrom und stromlose Zwischenzeichen.



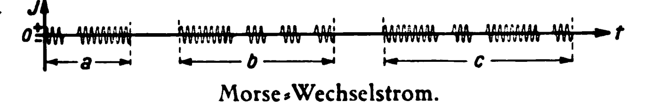
Morse-Gleichstrom, positiver Zeichen- und negativer Zwischenzeichenstrom.



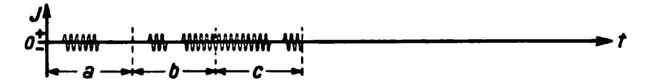
Heberschreiber, positive und negative Zeichenströme, stromlose Zwischenzeichen.



Siemens-Schnelltelegraph-Gleichstrom.



Morse-Wechselstrom.



Siemens-Schnelltelegraph-Wechselstrom.

Bild 1. Gleichstrom- und Wechselstrom-Telegraphierzeichen.

Digitized by Google

bezeichnet, so mischen sich diese Frequenzen, wenn sie gleichzeitig über die Leitung gehen. Man ist jedoch in der Lage, mit Hilfe besonderer Einrichtungen, von denen jede nur auf eine ganz bestimmte Frequenz anspricht, das Gemisch von Wechselströmen wieder in seine Bestandteile zu zerlegen und jedes Telegramm gesondert aufzunehmen.

Die Erfahrungen, die man mit Wechselstromtelegraphie auf Freileitungen gemacht hatte, ließen sich jedoch nicht ohne weiteres auf Kabel übertragen. Zunächst war man in der Wahl der Trägerfrequenzen viel beschränkter. Bekanntlich ermöglichen Fernkabel nur dann eine Verständigung auf große Entfernungen, wenn sie mit Pupinspulen ausgerüstet sind. Diese sind so bemessen und verteilt, daß sie nur die Frequenzen der Sprechströme möglichst wenig geschwächt hindurchlassen; Wechselströme anderer Frequenzen werden vom Kabel sehr stark gedämpft. Daraus ergibt sich, daß auch die Telegraphierströme im Bereich der Tonfrequenzen liegen müssen. Das sind aber solche von 400 bis 1700 Per/s. Zum Vergleich sei angeführt, daß man für die Wechselstromtelegraphie auf Freileitungen in den Vereinigten Staaten mit Frequenzen von 3000 bis 10 000 Per/s arbeitet.

Abgesehen von dieser, durch eine Eigenschaft der Leitung verursachten Beschränkung war man auch noch durch einen anderen Umstand in der Wahl der Trägerfrequenzen behindert. Zum Trennen der Frequenzgemische benutzt man schwingungsfähige, elektrische Gebilde, sogen. Siebketten. Solche Ketten lassen Frequenzen, die ihrer Eigenschwingung entsprechen, hindurch, während andere Frequenzen sehr stark gedämpft werden. Die Dämpfung durch ein- und zweigliedrige Siebketten ist in Bild 2 für verschiedene Frequenzen dargestellt. Damit sich die Siebketten möglichst schnell einschwingen, also möglichst schnell auf einen Wechselstrom ihrer Frequenz ansprechen, müssen sie nicht nur die Trägerfrequenz durchlassen, sondern auch benachbarte Frequenzen. Sie müssen, wie man sagt, eine gewisse Lochbreite haben. Mit Rücksicht auf die Lochbreite dürfen die verschiedenen Trägerfrequenzen nicht so nahe beieinander liegen, daß die für die eine Siebkette bestimmten Frequenzen eine andere störend beeinflussen. Trotz des verhältnismäßig geringen Frequenzbereichs, der für die Auswahl zur Verfügung steht, ist es gelungen, sechs Frequenzen so festzulegen, daß man gleichzeitig sechs verschiedene Telegramme auf einer Kabelleitung senden kann.

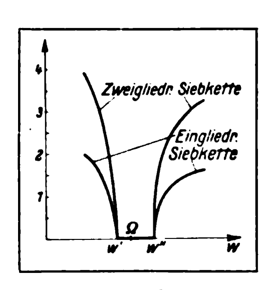


Bild 2. Dämpfung einer eingliedrigen und einer zweigliedrig. Siebkette.

Es genügt aber nicht, daß die benutzten Trägerfrequenzen innerhalb des Bereichs der Tonfrequenzen liegen, für die das Kabel durchlässig ist; auch die Stromstärken der Telegraphierströme müssen von derselben Größenordnung sein wie die der Sprechströme, damit diese nicht durch Induktionswirkungen der Telegraphierströme gestört werden. Man muß erreichen, daß man über ein Kabel gleichzeitig sprechen und telepraphieren kann, ohne daß gegenseitig störende Beeinflussungen stattfinden. Die Forderung ist erfüllbar, weil die als Verstärker geschalteten Hochvakuumröhren die Möglichkeit bieten, die schwachen Telegraphierströme so zu verstärken, daß sie die gebräuchlichen Telegrapheneinrichtungen zum Ansprechen bringen. Auch die Aufgabe, die Wechselstromtelegraphie für Kabel so auszugestalten, daß man die für Gleichstrom eingerichteten Telegraphenapparate weiter benutzen kann, ist durch die Verwendung von Hochvakuumröhren gelöst worden, die, als Gleichrichter geschaltet, nur die positiv gerichteten Stromhälften des Wechselstroms hindurchlassen und einen zerhackten Gleichstrom an die Aufnahmeapparate abgeben. Endlich bedient man sich der Hochvakuumröhren bei der Wechselstromtelegraphie auf Kabeln noch in einer dritten Form, nämlich als Wechselstromerzeuger. Die verschiedenen Trägerfrequenzen liegen sehr nahe beieinander. Es kommt deshalb darauf an, daß sich die einmal gewählte Frequenz während des Betriebes nicht ändert. Aus diesem Grund empfiehlt es sich nicht, mechanische Einrichtungen zum Erzeugen der verschieden frequenten Wechselströme zu verwenden, sondern nur rein elektrische, und als solche leisten die Hochvakuumröhren vortreffliche Dienste.

Die grundsätzlichen Schaltungen für die Wechselstromtelegraphie sind in den Bildern 3 und 4 dargestellt. Das Bild der Sendeschaltung (Bild 3) zeigt zunächst sechs Hochvakuumröhren, von denen jede so bemessen und geschaltet ist, daß

Digitized by Google

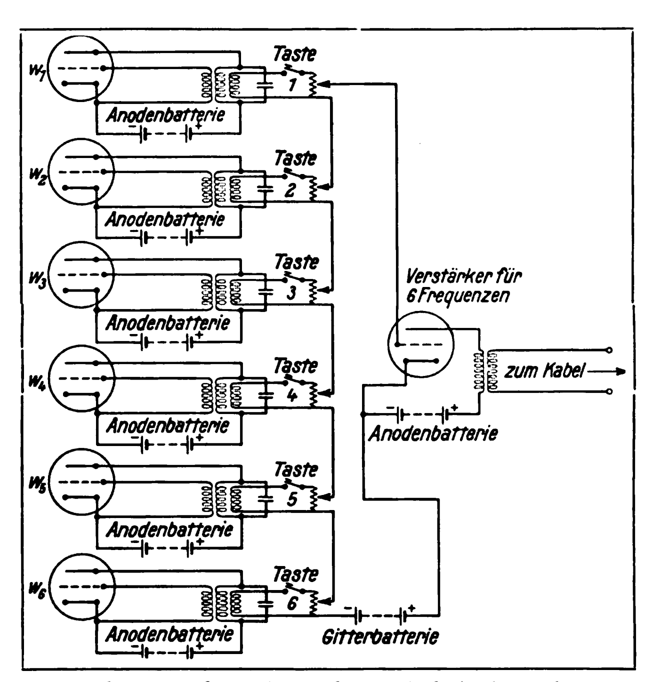


Bild 3. Sendeschaltung für Sechsfachtelegraphie.

sie Wechselstrom von einer ganz bestimmten Frequenz liefert. Kennzeichnend für die Schaltung dieser Röhren ist die Rückkoppelung. Infolge davon wirken die durch einen äußeren Anstoß, das Einschalten der Anodenbatterie, im äußeren Stromkreis der Röhre erzeugten schwachen Wechselstromschwingungen durch induktive Koppelung auf den Gitterstromkreis zurück und verstärken sich selbst, bis sie einen Höchstwert erreicht haben, den sie dauernd behalten, bis die Röhre ausgeschaltet wird. Die verschiedenen Frequenzen lassen sich dadurch genau einstellen, daß man den für die beiden Koppelungsspulen jeder Röhre gemeinsamen Eisenkern mehr oder weniger tief in diese hineinschiebt und dadurch ihre Induktivität ändert. Wollte man die den Telegraphierzeichen entsprechenden Wechselstromstöße dadurch geben, daß man die Röhre ein- und ausschaltet, so würde man nur verhältnismäßig langsam telegraphieren können, weil die Röhre bei jedem Anstoß Zeit braucht, sich einzuschwingen. Man läßt deshalb die einzelnen Röhren dauernd arbeiten und überträgt die erzeugten Wechselströme durch induktive Koppelung auf einen zweiten Stromkreis, in dem sie dann wirksam werden, wenn er durch eine von Hand bediente Taste oder ein Relais geschlossen wird.

Die Wechselströme der verschieden frequenten Röhren wirken auf das Gitter einer gemeinsamen Verstärkerröhre und werden vom Anodenkreis dieser Röhre durch einen Übertrager in die Doppelleitung des Kabels gesandt. Diese in Bild 3 dargestellte, von Herrn Clausing angegebene Senderschaltung hat den Vorteil, daß sich die einzelnen Sender nicht gegenseitig beeinflussen und jeder Sender immer mit der gleichen Spannung an der Leitung liegt. Erreicht ist das dadurch, daß im Gitterkreis des Verstärkers kein Strom fließt und deshalb die von einem Sender dem Gitter aufgedrückte Spannung keine Spannungsschwankungen bei den anderen Sendern hervorruft.

Das Gemisch aus sechs Wechselströmen verschiedener Frequenzen durchläuft das Kabel und gelangt durch einen Übertrager zur Empfangsschaltung (Bild 4). Hier geht es zunächst durch eine für alle Frequenzen gemeinsame Verstärkerröhre. Auf dem Wege durch das Kabel sind die Wechselströme gedämpft worden, und zwar die hochfrequenten mehr als die niedrigfrequenten. Die Verstärkerschaltung ist deshalb so bemessen, daß sie die hohen Frequenzen mehr verstärkt als die niedrigeren, so daß ein weiterer Übertrager die einzelnen Wechselströme alle mit der gleichen

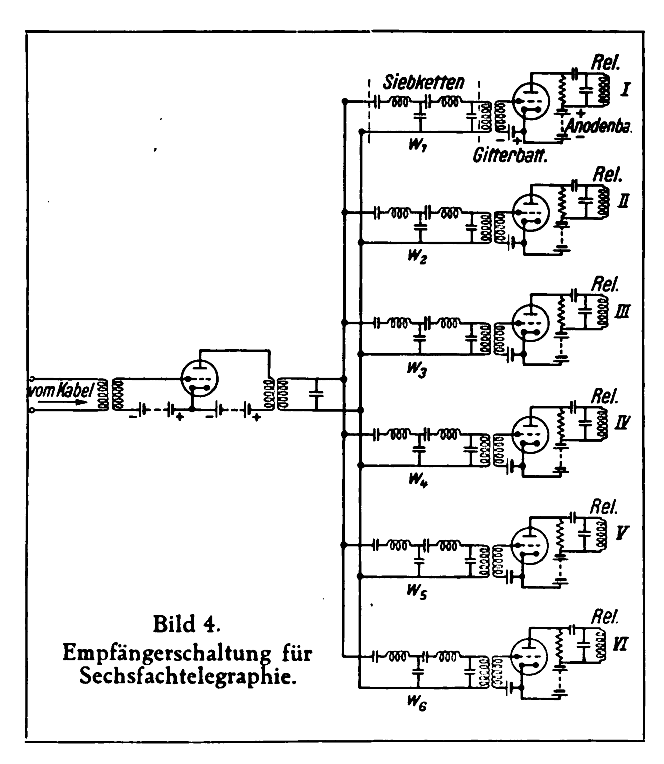


Bild 4. Empfängerschaltung für Sechsfachtelegraphie.

Spannung an die Siebketten weitergibt, wenn am Anfang der Leitung die einzelnen Sender mit der gleichen Spannung arbeiten.

Digitized by Google

Jeder Wechselstrom, den eine Siebkette hindurchgelassen hat, wirkt nun auf das Gitter einer Hochvakuumröhre. Dieses Gitter hat eine negative Spannung, die so bemessen ist, daß im Anodenkreis der Röhre kein Strom fließt. Infolgedessen wird die negative Halbwelle des ankommenden Wechselstroms unterdrückt, während die positiven Halbwellen als intermittierender Gleichstrom auf das Empfangsrelais wirken.

Alle Einrichtungen hinter dem Empfangsrelais können unverändert bleiben, einerlei, ob es sich um gewöhnliche Morseapparate, Siemens-Schnelltelegraphen, Siemens-Pendeltelegraphen, Siemens-Ferndrucker, Siemens-Schnellmorseapparate oder andere handelt. Bei Apparaten, die für den Empfang ein polarisiertes Relais haben, kann dieses beibehalten werden, denn das Umlegen des Relais nach dem Aufhören des Gleichstroms geschieht durch den Entladestrom des dem Relais parallel geschalteten Kondensators (Bild 4).

Bemerkenswert an dem hier kurz skizzierten System der Wechselstromtelegraphie auf Kabeln ist besonders, daß alle zwischen Geber und Empfänger der Telegraphenapparatur liegenden Einrichtungen rein elektrischer Art sind. Der Telegraphenbeamte kann seine Apparate genau in derselben Weise bedienen wie bisher und braucht sich nicht darum zu kümmern, ob seine Telegramme durch Gleichstrom oder durch Wechselstrom übertragen werden.

Der Betrieb läßt sich den verschiedensten Bedingungen anpassen. Man kann gleichzeitig sechs Telegramme in einer Richtung, aber auch ebensogut drei in einer und drei in der anderen Richtung über die Leitung schicken. Es ist auch möglich, unterwegs die Telegramme zu trennen und auf verschiedenen Strecken weiterzuleiten. Man kann unter den Telegraphenapparaten diejenigen wählen, die den vorhandenen Verkehr am besten zu bewältigen vermögen.

Bei der großen Leistungsfähigkeit der Wechselstromtelegraphie brauchen auch auf verkehrsreichen Strecken nur wenige Doppelleitungen eines Kabels dem Fernsprechverkehr entzogen zu werden. Das System erscheint deshalb berufen, eine neue Zeit in der Kabeltelegraphie zu Lande einzuleiten.

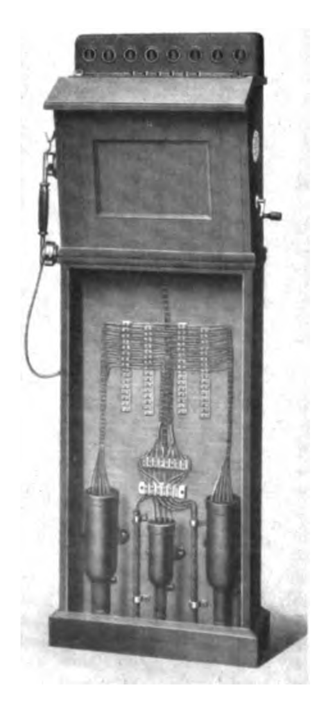
KLEINE MITTEILUNGEN

Die Betriebs-Fernsprechanlage der Nordsüdbahn in Berlin.

Mitgeteilt von der Abteilung für Telegraphie und Fernsprechwesen der S. & H. A.-G.

Für die Untergrundbahn Nord—Süd in Berlin, von der die 8 km lange Teilstrecke Seestraße—Hallesches Tor bereits in Betrieb genommen wurde, ist von Siemens & Halske, Wernerwerk, eine Fernsprechanlage gebaut worden. Als Vermittlungsstelle für den Fernsprechverkehr dient der Zentralumschalter der Hoch- und Untergrundbahn, da diese Gesellschaft auch den Betrieb der Nordsüdbahn übernommen hat. Von den einzelnen Haltestellen kann man unmittelbar mit den benachbarten und über die Zentrale auch mit anderen betriebswichtigen Stellen sprechen. Ein auf dem Betriebsbahnhof aufgestellter kleiner Zentralumschalter vermittelt den Verkehr von den Büros, der Materialverwaltung, den Betriebsmeistern untereinander und mit der Zentrale.

Die Fernsprecher auf der Strecke (Bild 1) sind so eingerichtet, daß mit ihnen nach 3 und 4 Richtungen gesprochen werden kann. Die gewünschte Verbindung stellt man durch Drücken der oben sichtbaren Tasten her. Zwei Tasten sind zum Verkehr mit den beiden benachbarten Haltestellen bestimmt; sie verriegeln sich gegenseitig, so daß es nicht möglich ist, einen Befehl von einer Haltestelle aus gleichzeitig nach den beiden Nachbarstationen zu geben. Eine weitere Taste dient dazu, den Apparat der Haltestelle mit der Zentrale zu verbinden, eine vierte Taste wird dann gedrückt, wenn eine Nebenstelle über die Hauptstation mit der Zentrale verbunden werden soll. Die Schaltung ist so gewählt, daß man das vermittelte Gespräch am Apparat der Hauptstation nicht mithören, wohl aber an einem Überwachungszeichen feststellen kann, wenn das Gespräch beendet ist. Getrennt wird die Verbindung dann durch Drücken einer besonderen Taste. Am oberen Teile der Apparate befindet sich eine Tafel mit 8 Fallklappen. Vier von ihnen dienen als Rufzeichen bei den eben erwähnten Verbindungen. Zwei andere werden von den Fahrkartenschaltern aus in Tätigkeit gesetzt, wenn von dort Weckersignale in Form von Morsezeichen an den Aufseher der Haltestelle zu geben sind. Eine weitere Klappe wird vom Schmutzwasserbecken aus selbsttätig ausgelöst, wenn der Wasser-



Strecken-Fernsprecher der Nordsüdbahn.

Digitized by Google

stand eine gewisse Höhe überschritten hat und die Pumpen in Tätigkeit gesetzt werden sollen. Das Fallen der achten Klappe dient als Alarmzeichen.

Die Fernsprechleitungen sind als Erdkabel mit 0,8 mm starken Kupferadern verlegt. Die Streckenkabel enthalten außer den Fernsprechadern noch zwei Paar Adern von je 1,5 mm Durchmesser für die elektrische Uhrenanlage der Bahn. Für die Leitungen von der Nordsüdbahn zur Zentrale der Hoch- und Untergrundbahn ist, abzweigend zwischen den Haltestellen Leipziger und Französische Straße, ein 30 paariges Kabel auf der Strecke dieser Gesellschaft verlegt.

Das medico-technische und Radium-Institut in Santiago (Chile).

Dieses im Dezember 1921 eingeweihte Institut ist mit allen neuzeitlichen Hilfsmitteln ausgerüstet, die zum Erkennen und Heilen von Krankheiten erforderlich sind.

Sehr reichhaltig ist besonders die Ausstattung an elektromedizinischen Apparaten, von denen ein großer Teil von Siemens & Halske geliefert worden ist. Für Intensiv-Tiefentherapie, die z. B. in ausgedehnter Weise für die Behandlung bösartiger Geschwülste in Betracht kommt, ist ein für Zweiröhrenbetrieb eingerichteter Multivolt in Verwendung, ein für 250 kV gebauter Röntgenapparat mit zwei sekundär in Reihe geschalteten Hochspannungstransformatoren und einem synchron mit dem Wechselstrom umlaufenden Hochspannungsgleichrichter. Für Diagnostik steht ein großer, ebenfalls mit umlaufendem Hochspannungsgleichrichter arbeitender Röntgenapparat zur Verfügung, der für alle Arten von Durchleuchtungen und Aufnahmen verwendbar ist. Für Fälle, in denen der Kranke nicht transportiert werden kann, ist ein kleiner transportabler Röntgenapparat (mit Induktor und Quecksilberunterbrecher) vorhanden, der an das Netz oder an eine kleine Akkumulatorenbatterie angeschlossen werden kann.

Für die Wärmetherapie lieferte die S. & H. A.-G. Diathermieapparate mit allem erforderlichen Zubehör (Elektroden), für Zwecke der Elektrotherapie und Elektrodiagnostik Universalanschlußapparate (für Kaustik, Endoskopie, Galvanisation, Faradisation, Massage und chirurgische Operationen) mit Einrichtung für Vierzellen- und hydroelektrische Bäder, für Lichtbehandlung eine Siemens-Aureollampe.

Fernsprechämter in Niederländisch-Indien.

Zur Zeit baut die Siemens & Halske A.-G. auf Java zwei Fernsprechämter für Fernverkehr, die von der niederländischen Kolonialverwaltung für die Orte Soerabaya und Menteng bestellt worden sind. Diese Ämter werden so gebaut, daß sie mit den von einer anderen Firma früher gelieferten Ortsfernsprechämtern zusammenarbeiten können. Sie umfassen je 60 Fernleitungen auf 28 Arbeitsplätzen, 50 ankommende Meldeleitungen mit selbsttätiger Wähleranrufverteilung sowie 100 abgehende Ortsverbindungsleitungen. Die Ämter sind mit Zeitzählern, Förderbandanlagen für Meldezettel, elektrischen Uhrenanlagen und mit Gehörschutzapparaten für die Beamtinnen ausgerüstet. Bei dem Bau der Ämter sind die neuesten Erfahrungen auf dem Gebiete der Apparate für Gebrauch in den Tropen verwertet worden. Die beiden Ämter werden voraussichtlich im Frühjahr dem Verkehr übergeben werden.

Eingesandte Bücher.

(Ausführliche Besprechung einzelner Bücher vorbehalten.)

Eisenbahnfahrzeuge. Von H. Hinnenthal, Regierungsbaumeister a. D., Hannover.

I. Die Dampflokomotive. 132 Seiten, mit 95 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. 2., umgearbeitete und vermehrte Auflage. Sammlung Göschen, Band 107. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig, 1921. Preis: gebunden M 1,25.

II. Die Eisenbahnwagen und Bremsen. Mit Anhang: Die Eisenbahnfahrzeuge im Betrieb. 2., umgearbeitete und erweiterte Auflage von Dipl.-Ing. Ad. Wolff, Hannover-Linden. Sammlung Göschen, Band 108. 117 Seiten mit 85 Abbildungen im Text. 1923. Preis: gebunden M 1,25.

Die landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte. Von Karl Walther, Dipl.-Ing. und Patentanwalt in Berlin.

I. Die Maschinen und Geräte zur Boden- und Flächenkultur. Sammlung Göschen, Band 407. 139 Seiten mit 103 Abbildungen. 2., neubearbeitete Auflage, 1921.

II. Die Maschinen zum Mähen, zur Heuwerbung und zum Ernten der Wurzelfrüchte. 119 Seiten mit 76 Abbildungen. 2, neubearbeitete Auflage. Sammlung Göschen, Band 408. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig, 1923. Preis: gebunden M 1,25.

Keramik. Bearbeitet von Dipl.-Ing. Ernst P. Bauer, Chemiker der Chemisch-Technischen Versuchsanstalt bei der staatlichen Porzellan-Manufaktur Berlin. 143 Seiten, 31 Abbildungen. Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig, 1923. Band 1 der technischen Fortschrittsberichte. Fortschritte der chemischen Technologie in Einzeldarstellungen. Herausgegeben von Prof. Dr. B. Rassow, Leipzig. Preis: geheftet M 4,–.

Das Fernsprechen im Weltverkehr. Deutsche Beiträge zur Frage des europäischen Fernsprechnetzes. Zusammengestellt im Reichspostministerium. Berlin 1923.

Das vorliegende Werk behandelt in einer Reihe von Aufsätzen aus der Feder erster Fachmänner der Reichs-Telegraphenverwaltung und der deutschen Fernmelde-Industrie den gegenwärtigen Stand der Kunst des Fernsprechens im Weitverkehr. Der Hauptaufsatz von Dr.-Ing. e. h. Dr. K. W. Wagner, Präsidenten des Telegraphentechnischen Reichsamts in Berlin, gibt eine umfassende Darlegung der wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Grundlagen. Im Anschluß daran wird die praktische Anwendung dieser Grundsätze in den technischen Ausführungsformen (Kabel, Verstärker, Spulen usw.) behandelt. Das Buch wendet sich an alle Freunde der Fernmeldetechnik und an alle diejenigen, denen an der baldigen Verwirklichung eines die europäischen Länder verbindenden Fernsprechverkehrs gelegen ist. Es gibt ein eindrucksvolles Bild von den deutschen technischen Leistungen auf dem Gebiet des Fernsprechwesens: mit den heute zu Gebote stehenden technischen Mitteln ist es möglich, jede in Europa vorkommende Entfernung mittels Fernsprecher zu überbrücken. Die Hemmungen, die der Verwirklichung dieses Ziels noch entgegenstehen, sind also nicht technischer Art. Durch die Darlegung des technischen Könnens will das Buch dazu beitragen, alle anderen Hemmungen zu überwinden.


Digitized by Google

ZEITSCHRIFTENSCHAU

ELEKTROMASCHINENBAU

Über die Erwärmung von elektrischen Maschinenteilen bei konstanten Eisen- und Wärmeverlusten. P. Girault. „Rev. Gén. de l'Electricité", 14. Bd., 22. Dezember 1923, 25, S. 1021–25, 2 Abb., 29. Dezember 1923, 26, S. 1065–70, 4 Abb. (Bericht über Versuche.)

Massive Eisenleiter und Wirbelstrombremsen. Dr. E. Rosenberg. „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien, 41. Jg., 9. Dezember 1923, 49, S. 701–04, 9 Abb.; 16. Dezember 1923, 50, S. 717–23, 16 Abb. (Aufstellung von Formeln.)

Der magnetische Stromkreis bei Dauermagneten. G. H. Perrin. „Rev. Gén. de l'Electricité", 14. Bd., 15. Dezember 1923, 24, S. 963–65, 2 Abb. (Einfluß der Hysteresiserscheinungen auf die Größe und die Art des Magneten.)

DAMPFKRAFTWERKE

Die Verwendungsmöglichkeit von Dieselmotoren im Kraftwerk. E. B. Pollister. „Electrical World", 82. Bd., 1. Dezember 1923, 22, S. 1111–15, 6 Abb. (Die Dieselmotoren eignen sich zum Kraftwerkbetrieb, über die Kosten und Grenzen herrschen irrige Ansichten, die Unkosten eines 5000 kW- und 20 000 kW-Kraftwerkes werden erläutert.)

Das Kraftwerk von Barton in Manchester. W. H. Onken. „Electrical World", 82. Bd., 17. November 1923, 20, S. 1010–12, 4 Abb. (Einrichtung des Kesselhauses, Angaben über die Turbinen, Schalttafeln und Nebeneinrichtungen.)

WASSERKRAFTWERKE

Die Wasserkräfte in Ontario. „Engineering", 116. Bd., 16. November 1923, 3020, S. 613. (Die Gesamtwasserkräfte Canadas belaufen sich auf 2 763 000 PS, Besprechung des Berichtes der Wasserkraftkommission.)

Transformatoren

Hochspannungstransformatoren. F. A. Dahlgren. „Electrician", 91. Bd., 21. Dezember 1923, 2379, S. 688–89, 1 Abb. (Wichtigkeit der Isolationsversuche und ihre praktische Auswertung.)

Die Transformatorenbelastung und Wärme. L. L. Dolph. „Electrical World", 82. Bd., 15. Dezember 1923, 24, S. 1209–12, 6 Abb. (Eine wirtschaftliche Untersuchung des Transformatorenbetriebes zeigt die Möglichkeit von großen Ersparnissen, wenn beim Transformatorenbetrieb die Temperatur als Grundlage genommen wird; es werden verschiedene Belastungsgrenzen untersucht.)

Erzeugung und Umformung des elektrischen Stromes. „Rev. Gén. de l'Electricité", 14. Bd., 8. Dezember 1923, 23, S. 881–85, 7 Abb. (Bericht über die auf der internationalen Hochspannungskonferenz in Paris gehaltenen Vorträge.)

KRAFTÜBERTRAGUNG

Fortschritte im Karup-Kabelbau in Dänemark. „Electrician", 91. Bd., 21. Dezember 1923, 2379, S. 692–94, 6 Abb. (Versuche mit Karup-Kabeln im Fernsprechwesen.)

Die Kosten des Netzes und der Unterwerke. „Electrical World", 82. Bd., 8. Dezember 1923, 23, S. 1159 bis 1163, 3 Abb. (Kostenvergleich von 66, 110, 132 kV-Netzen und Unterwerken; es werden Verbesserungen für den Aufbau der Unterwerke und die Erstellung der Netze gegeben.)

Das Prüfen und Reparieren von Masten bei geraden Übertragungsnetzen. J. H. Siegfried. „Electrical World", 82. Bd., 17. November 1923, 20, S. 1021–22, 2 Abb. (Das Ausheben der Maste, Aufstellen einer Untersuchungskarte für die einzelnen Masten.)

EISENINDUSTRIE

Steuervorrichtungen im Stahlwerk. „Electrician", 91. Bd., 21. Dezember 1923, 2379, S. 700, 1 Abb. (Einzelheiten über selbsttätige Schütze für Hilfsantriebe im Stahlwerk.)

Der elektrische Antrieb von Walzenstraßen. B. Dumartin. „Revue de Métallurgie", 20. Bd., Dezember 1923, 12, S. 796–829, 16 Abb. (Der elektrische Antrieb der Umkehrstraßen, verschiedene Anwendungsbeispiele, Bestimmungen des Umkehrwalzmotors und der verschiedenen Ausrüstungsteile, ausgeführte Anlagen.)

VERKEHRSWESEN

Die Eisenbahnelektrisierung in Frankreich. „Engineering", 116. Bd., 30. November 1923, 3022, S. 688–89. (Die bis jetzt elektrisierten Strecken, Arbeitsprogramm für die nächsten zehn Jahre, Einzelheiten über Stromarten und elektrische Lokomotiven.)

SCHWEISSEN

„Armco"-Schweiß-Elektroden. „Foundry Trade Jl.", 28. Bd., 20. Dezember 1923, 383, S. 524. (Die Verwendungsmöglichkeiten werden kurz erwähnt; als Zusammensetzung werden folgende Prozentsätze gegeben: C = 0,020; Mn = 0,049; Si = Spuren; S = 0,016; P = 0,014; Cu = 0,023; As = 0,011; O = 0,024; Unreinheiten = 0,157; Fe [durch Unterschied] = 99,843.)

WARMBEHANDLUNG

Das Erwärmen durch Hochfrequenz-Induktionsöfen. „Forging, Stamping, Heat-Treating", 9. Bd., November 1923, 11, S. 487–88. 3 Abb. (Die Erwärmung von Stahl in Hochfrequenzöfen zum Schmieden, Anlassen und Warmbehandeln bietet große Anwendungsmöglichkeiten.)

MESS- UND PRÜFWESEN

Das Messen des Isolationswiderstandes. J. B. Whitehead. „Electrical World", 82. Bd., 17. November 1923, 20, S. 1007–09, 4 Abb. (Um das Verhalten der Isolation von Kabeln genauer untersuchen zu können, müssen die Meßverfahren bedeutend verfeinert werden.)

FERNSPRECHWESEN

Neue Marconi-Apparate. „Electrician", 91. Bd., 14. Dezember 1923, 2378, S. 663–64, 4 Abb. (Frequenzverstärker und Mehrfachventil-Verstärker, Detektoren.)

Verantwortlicher Schriftleiter: Dipl.-Ing. Fr. Heintzenberg, Charlottenburg.
Gedruckt bei Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68, Kochstraße 68–71.


Digitized by Google

SIEMENS-ZEITSCHRIFT

SIEMENS & HALSKE
SIEMENS-SCHUCKERT

SCHRIFTLEITUNG: LITERARISCHES BUREAU DER SIEMENS-SCHUCKERTWERKE

2. HEFT * BERLIN / FEBRUAR 1924 * JAHRGANG 4

Verbesserung des Leistungsfaktors

Von Dipl.-Ing. G. Scharowsky, Oberingenieur in der Abteilung Industrie der SSW.

Die Wirkungsweise elektrischer Maschinen und Apparate beruht fast ausschließlich auf dem Vorhandensein magnetischer Felder, die mit anderen Teilen der Maschinen oder der Apparate in magnetischer oder elektrodynamischer Wechselbeziehung stehen. Diese magnetischen Felder sind Träger einer bestimmten Energie, die von der speisenden Stromquelle aufgebracht werden muß. Beim Gleichstrom wird die Feldenergie während des Einschaltvorganges der Maschine zugeführt, beim Wechselstrom wechselt Größe und Richtung dieser Felder bei jeder Periode und verursacht ein Hin- und Herfluten der Feldenergien zwischen dem Stromverbraucher und dem Stromerzeuger. Diese Energiependelungen bedeuten also für die übertragende Leitung einen Leistungsfluß, der unabhängig von der vom Stromverbraucher geforderten Leistung ist. Er überlagert sich in jedem Betriebszustand dem eigentlichen Wirkleistungsfluß und tritt um so mehr in Erscheinung, je kleiner die tatsächlich übertragene Leistung, also die „Wirkleistung" ist. In der äußeren Energiebilanz tritt die pendelnde Feldleistung nicht in Erscheinung, d. h. die dem Stromerzeuger zugeführten und dem Stromverbraucher entnommenen mechanischen Leistungen werden von ihr nicht beeinflußt. Diese Eigenschaft führte zu der bekannten Bezeichnung „Blindleistung". In den übertragenden Organen, wie Leitungen, Schalter, Transformatoren usw., macht sich die Blindleistung durch eine Erhöhung der Stromstärke bemerkbar.

Der in einer Leitung nachweisbare Leistungsfluß setzt sich also aus Wirk- und Blindleistung zusammen. Er wird mit „Scheinleistung" bezeichnet, weil er kein Maß für die übertragene Wirkleistung ist. Bild 1 zeigt die bekannte Darstellung der drei Leistungen. Die Scheinleistung (L_s) setzt sich aus den Komponenten Wirk- und Blindleistung (L_W L_B) zusammen. Das Verhältnis der Wirk- zur Scheinleistung ist durch den von ihnen eingeschlossenen Winkel φ bestimmt und wird als $\cos\varphi$ errechnet. Der $\cos\varphi$, der „Leistungsfaktor", gibt also an, welcher Bruchteil der in einer Übertragungsleitung fließenden Leistung der tatsächlichen Energieübertragung, also der Wirkleistung, entspricht.

Solange in den vergangenen Jahren die Stromerzeuger und die übertragenden Organe noch nicht voll ausgenutzt waren und allen Anforderungen an Stromverbrauch und Spannungshaltung noch voll genügt werden konnte, wurde dem Leistungsfaktor nur geringe Bedeutung beigemessen. Die Generatoren wurden zur Sicherheit für einen Leistungsfaktor von 0,8 gebaut, damit eine gute Ausnutzung ihrer Antriebsmaschine auch beim Vorhandensein einer gewissen Blindleistung gesichert war. Bei den Stromverbrauchern, d. h. bei Motoren und Apparaten, wurde zwar ein guter Leistungsfaktor angestrebt, doch mußte dieser Gesichtspunkt oft vor anderen zurücktreten. Z. B. wurden Motoren aus Sicherheitsgründen oder mangels genauer Unterlagen zu reichlich bemessen, für Drehstrommotoren wurden mit Rücksicht auf die mechanische Sicherheit große Luftspalte gewählt, ohne daß die gleichzeitige

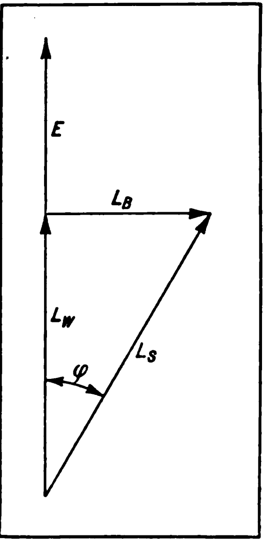


Bild 1. Leistungsdiagramm für Wechselstromübertragung.

TWL

Digitized by Google

Verschlechterung des Leistungsfaktors genügend Beachtung fand. Andererseits lagen damals die wirtschaftlichen Verhältnisse so günstig, daß Verluste und Ausnutzung des aufgewendeten Materials nicht so wichtig waren, wie es heute der Fall ist.

Zwangläufig mußten sich aber die erhöhten Strombeanspruchungen bei schlechtem Leistungsfaktor hemmend und störend bemerkbar machen als man in letzter Zeit an die Grenzen der Ausnutzung von übertragenden Organen und Stromerzeugern gehen mußte. Die Verschlechterung der wirtschaftlichen Verhältnisse tat ein übriges, um allerseits die Verbesserung des Leistungsfaktors notwendig erscheinen zu lassen. Dieser Verbesserung ist nicht nur die Aufgabe gestellt, neue Maschinen und Apparate mit gutem Leistungsfaktor zu entwickeln, sondern sie soll auch den unhaltbaren Zuständen abhelfen, die nicht selten bei Leistungsfaktorwerten von 0,4 bis 0,6 in Netzen heute anzutreffen sind. Solche Betriebsweisen sind so unwirtschaftlich und technisch unvollkommen, daß auch erhebliche Kosten für verbessernde Maßnahmen gerechtfertigt sind.

Die technischen und wirtschaftlichen Nachteile eines schlechten Leistungsfaktors treffen zunächst die stromerzeugenden Unternehmen, und auf sie ist schließlich jeder Anstoß zurückzuführen, den Leistungsfaktor zu verbessern. Schlechte Ausnutzung der Generatoren und ihrer Antriebsmaschinen bei einem Leistungsfaktor unter 0,8, große Spannungsabfälle, die mit den Erregungen der Generatoren nicht mehr beherrscht werden können, größere Verluste in allen übertragenden Organen, wie Leitungen, Transformatoren usw., sind die hauptsächlichsten Schwierigkeiten, die ein schlechter Leistungsfaktor einer wirtschaftlichen und einwandfreien Energieübertragung entgegenstellt. Die stromerzeugenden Unternehmer hatten von sich aus nur wenig Mittel in der Hand, dem schlechten Leistungsfaktor unmittelbar zu begegnen, da dessen Ursache in den Maschinen und Apparaten der Stromverbraucher lag. Nur das Mittel großer leerlaufender Synchronmaschinen, eines der teuersten Verfahren zur Verbesserung des Leistungsfaktors, konnte von den Stromerzeugern selbständig angewendet werden. Durch leer mitlaufende Reservegeneratoren wurden nur die Kraftwerke selbst von Blindleistung entlastet; die wirtschaftlichen Bedingungen wurden dabei kaum bessere als bei der Aufstellung besonderer Blindleistungsmaschinen in den Knotenpunkten der Verteilungsnetze. Die Stromerzeuger mußten deshalb versuchen, die Stromkäufer zu veranlassen, sich am Kampf gegen den schlechten Leistungsfaktor zu beteiligen. Sie haben dies durch die verschiedenartigsten tariflichen und vertraglichen Maßnahmen erreicht. Sogenannte Blindleistungstarife gestatten die kostenlose Entnahme einer Blindleistung, die einem bestimmten mittleren Leistungsfaktor, z. B. 0,8, entspricht; eine Blindleistungsentnahme bei schlechterem Leistungsfaktor muß mit einem Preis bis zur Höhe von 25 v. H. des Kilowattstundenpreises bezahlt werden, während bei geringerem Verbrauch an Blindleistung eine Vergütung zu geringeren Sätzen eintritt. An anderen Orten wurden Staffeltarife eingeführt, nach denen sich der Kilowattstundenpreis mit fallendem Leistungsfaktor erhöht. Auch wurden neue Stromlieferungsverträge und solche für Erhöhungen des Stromkontingentes abgeschlossen, die die Einhaltung eines bestimmten mittleren Leistungsfaktors zur Vorbedingung der Stromentnahme machten.

Je schärfer der Blindleistungsverbrauch besteuert wird, desto größer ist der auf den Stromkäufer ausgeübte Anreiz zur Verbesserung des Leistungsfaktors, und ein desto besserer Gesamtleistungsfaktor wird durch diese Maßnahmen erreicht. Die Festlegung der Tarifsätze, die Berechnung ihrer Wirkung auf den Leistungsfaktor und die Festsetzung des anzustrebenden Gesamtleistungsfaktors gehören heute zu den schwierigsten technisch-wirtschaftlichen Aufgaben der Elektrizitätswirtschaft.

Die Verteuerung der Strombelieferung durch Blindleistungserzeugung oder durch Erhöhung der Stromtarife darf nur so weit gehen, daß ein wirtschaftlicher Bestfall erreicht wird, d. h. daß der mittlere Kilowattstundenpreis am niedrigsten festgesetzt werden kann. Durch Verbesserung des Leistungsfaktors muß die Stillsetzung von Generatoren erreicht oder der Bau von Leitungen und die Aufstellung neuer Generatoren und Transformatoren vermieden werden, denn die Erzeugung der elektrischen Energie mit geringstem Aufwand ist der einzige und richtige Zweck der Blindleistungserzeugung.

Kohlenpreise und Konjunktur, örtliche, technische und wirtschaftliche Bedingungen beeinflussen maßgebend diese Berechnungen. Der

Digitized by Google

dauernde Wechsel unserer wirtschaftlichen Verhältnisse fordert eine stete Nachprüfung und Überwachung der gewonnenen Ergebnisse; die Verschiedenartigkeit der einzelnen Versorgungsgebiete verhindert eine einheitliche Festsetzung der Tarife und des angestrebten Leistungsfaktorwertes, auch wenn diese nur für kurze Zeit geplant wären. Sogar für Versorgungsgebiete eines und desselben Elektrizitätswerkes werden verschiedene Tarife und Leistungsfaktoren festgesetzt werden müssen, um zu wirtschaftlich günstigsten Verhältnissen zu gelangen. So werden landwirtschaftlichen Bezirken, in denen sich die Blindleistungserzeugung weitaus am teuersten und schwierigsten gestaltet, leichtere Bedingungen gegeben werden müssen als Industriebezirken, selbst wenn sie aus dem gleichen Netz gespeist werden.

Während also die Stromerzeuger vor schwierige wirtschaftliche Aufgaben gestellt werden, deren rechnerische Lösung oft nur näherungsweise möglich ist, liegen die Verhältnisse für die Stromkäufer wesentlich einfacher. Für sie sind die Tarife der Stromerzeuger maßgebend, und die zur Verbesserung aufgewendeten Kosten müssen durch die erreichten Ersparnisse mindestens aufgewogen sein. Der Preis einer Drehstrom-Erregermaschine muß eben durch Minderzahlungen an das Elektrizitätswerk in einigen Jahren ausgeglichen werden.

Die Verbesserung des Leistungsfaktors erfolgt heute allgemein durch Erzeugung von Blindleistung in Maschinen. Sie kann den Eigenverbrauch eines Motors ($\cos\varphi = 1$) decken, sie kann einen Überfluß an Blindleistung schaffen, der an das Netz abgegeben werden kann ($\cos\varphi$ voreilend), und schließlich kann eine Maschine überhaupt nur zur Blindleistungserzeugung bestimmt sein (Blindleistungsmaschine). Wenn von einzelnen Seiten eine Verbesserung auf $\cos\varphi = 1$ bei einzelnen Maschinen oder gar in ganzen Versorgungsgebieten grundsätzlich gefordert wird, so entbehrt eine solche Festlegung jeder Begründung. In jedem Einzelfall ist eine bestimmte Blindleistung zu erzeugen, die den errechneten angestrebten Leistungsfaktor sicherstellt. Die Erzeugung dieser Blindleistung muß da erfolgen, wo sie am billigsten und betriebssichersten erreicht werden kann, und muß dort bis zu den Grenzen der technischen und wirtschaftlichen Ausnutzung getrieben werden. So kann bei der einen Maschine eine Verbesserung auf $\cos\varphi = 0{,}95$ nacheilend, bei einer anderen, an sich schlecht ausgenutzten, ein voreilender Leistungsfaktor die günstigste Betriebsweise ergeben.

Die Erzeugung elektrischer Leistung — ganz gleich, ob es sich um Blind- oder Wirkleistung handelt — ist um so billiger, je größer die Maschineneinheiten werden, und andererseits bringt die Verbesserung des Leistungsfaktors an Maschinen um so größere betriebstechnische Schwierigkeiten mit sich, je kleiner die Maschinen sind; daher ist es ohne weiteres klar, daß in jedem Gebiet, das verbessert werden soll, zunächst diejenigen Maßnahmen erschöpft werden müssen, die die Blindleistungserzeugung in großen Einheiten ermöglichen. Die genauere Auswahl dieser Maßnahmen wird im Einzelfall eine wirtschaftliche Untersuchung stets feststellen können.

Blindleistungserzeugung größten Ausmaßes findet bei zentralisierter Verbesserung durch Aufstellung einer Blindleistungsmaschine (leerlaufende Synchronmaschine Bild 2) oder durch Heranziehung größerer belasteter Synchronmotoren zur Blindleistungserzeugung statt. Dieser zweite Weg ist einer der wirtschaftlichsten, da die Ausnutzung von Synchronmaschinen, die gleichzeitig Wirk- und Blindleistung abgeben, diejenige von reinen Blindleistungsmaschinen weit übertrifft. Ferner sind die Verluste größtenteils durch die Erzeugung der Wirkleistung bereits bedingt und brauchen deshalb nur zum kleinen Teil der Blindleistungserzeugung zur Last gelegt zu werden.

Ein anderer, in den meisten Fällen der wirtschaftlichste Weg, ist die Gruppenverbesserung, die an den größten Antrieben eines Versorgungsgebietes oder einer Fabrikanlage angreift. Die vorhandenen größten Motoren können durch Aufstellung oder Anbau von Dreh- oder Gleichstrom-Erregermaschinen (Bild 3, 4, 5) auf einen Leistungsfaktor von 1 oder voreilenden Werten gebracht werden.

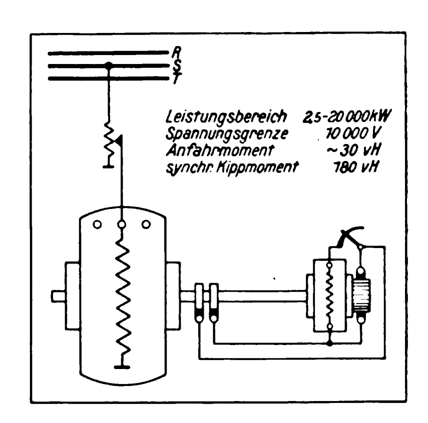


Bild 2. Synchronmotor mit Dämpferkäfig und Selbstanlauf. *TWL*

Digitized by Google

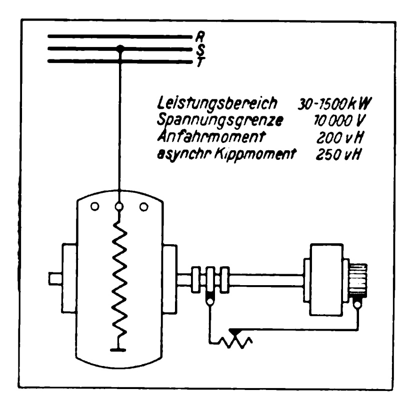


Bild 3. Asynchronmotor mit eigenerregter Drehstrom-Erreger-Maschine.

TWL

Die Erregermaschinen können bei neu aufzustellenden und auch bei vorhandenen Motoren Verwendung finden. Bei schlecht ausgenutzten Maschinen kann ein voreilender Leistungsfaktor, d. h. Blindleistungsabgabe an das Netz, erreicht werden. Selbstanlaufende Synchronmaschinen (Bild 2, 6), die heute auch für hohe Anlaufmomente gebaut werden, sind ein weiteres Mittel zur Gruppenverbesserung. Wird der Leistungsfaktor dieser großen Antriebe auf 1 oder voreilende Werte gebracht, so kann in vielen Fällen die große Zahl der kleinen Motoren, die mit schlechtem Leistungsfaktor laufen, den Gesamtleistungsfaktor nicht mehr wesentlich beeinflussen. Es ist dann ein Leistungsfaktor gewährleistet, der dem vom Stromerzeuger geforderten Wert entspricht oder eine wirtschaftlich günstige Tarifstellung erreicht.

Erst in Fällen, in denen aus den gegebenen Verhältnissen heraus die zentralisierte und Gruppenverbesserung nicht möglich ist, muß zum wirtschaftlich und betriebstechnisch ungünstigsten Weg der Einzelverbesserung gegriffen werden. Dieser Fall liegt vor, wenn in einem bestimmten Versorgungsgebiet größere Antriebe überhaupt fehlen und eine Zusammenfassung der Blindleistungserzeugung aus örtlichen und wirtschaftspolitischen Gründen nicht möglich ist. Die erforderliche Blindleistung muß dann in vielen kleinen Antrieben erzeugt werden, eine Forderung, die durch die Verwendung kleiner kompensierter Drehstromantriebe erfüllt wird. Als solche stehen heute Drehstrommaschinen mit angebauter Drehstrom- oder Gleichstromerregermaschine (Bild 3 und 5), für kleinere Leistungen die kompensierten Asynchronmotoren nach Osnos (Bild 7), Heyland (Bild 8) und andere zur Verfügung.

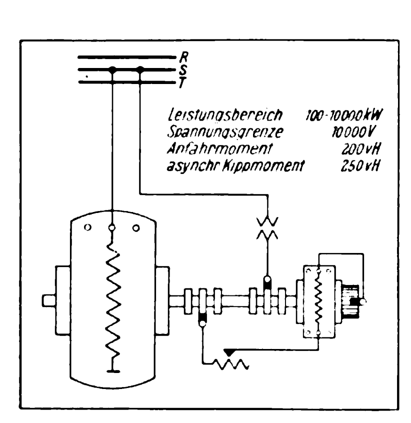


Bild 4. Asynchronmotor mit fremderregter Drehstrom-Erreger-Maschine.

TWL

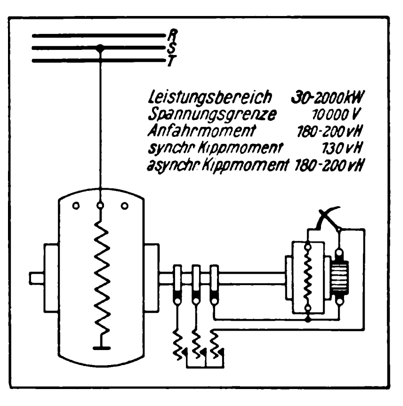


Bild 5. Synchronisierter Asynchronmotor (Gleichstrom-Erreger-Maschine).

TWL

Die Entwicklung der angeführten Mittel zur Leistungsfaktorverbesserung hat mit der Bedeutung ihrer Anwendungsmöglichkeit Schritt gehalten. Schon vor dem Kriege wurden bei den SSW die ersten Drehstromerregermaschinen gebaut und im Laufe der Jahre in der Ausführung mit Eigen- und Fremderregung (Bild 3 und 4) zu betriebssicheren Maschinen für Motorleistungen über 100 kW entwickelt. Für Blindleistungsmaschinen und Antriebe mit niedrigem Anfahrmoment kam bei größeren Leistungen die seit langem bekannte Ausführung des Synchronmotors mit Dämpferkäfig und Selbstanlauf (Bild 2) zur Verwendung. Der Nachteil des niedrigen Anfahrmomentes wurde nach dem Kriege durch die Entwicklung des Synchronmotors mit Anlaufwicklung[1]) (Bild 6) und des Asynchronmotors mit Gleichstromerregermaschine (synchronisierter Asynchronmotor Bild 5) überwunden. Mit diesen Mitteln konnte allen Anforderungen, die bei zentralisierter und Gruppenverbesserung auftraten, in vollem Maße

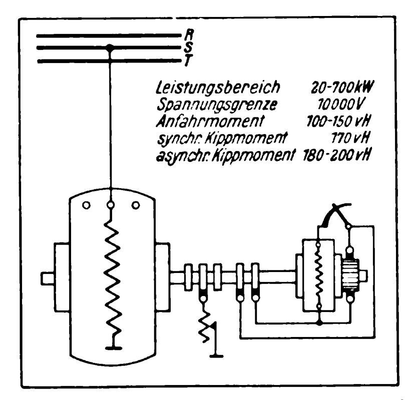


Bild 6. Sychronmotor mit Anlaufwicklung.

TWL

[1]) Siemens-Zeitschrift 1922, S. 133.

Digitized by Google

entsprochen werden. Erst in letzter Zeit brachten die tariflichen Maßnahmen der stromerzeugenden Unternehmungen die wirtschaftliche Möglichkeit, auch bei Antrieben unter 100 kW den Leistungsfaktor zu verbessern. Diesen neuen Ansprüchen genügten die SSW für größere Leistungen mit vereinfachten Bauarten der Asynchronmotoren mit Gleich- und Drehstromerregermaschine; für kleinere Leistungen haben die SSW in neuester Zeit kompensierte Asynchronmotoren entwickelt, die mit Hilfe eines Kommutators die erforderliche Blindleistung selbst erzeugen und deshalb bei allen Belastungen mit $\cos \varphi = 1$ laufen. Dieser Maschinenart kamen die großen Erfahrungen zugute, die seit 14 Jahren auf dem Gebiete der regelbaren Drehstrom-Nebenschlußmotoren (Bauart SSW, Bild 9) vorliegen, denn die kompensierten Motoren stellen nur eine einfachere Bauart dieser regelbaren Maschinen dar.

Durch die Ausbildung von Drehstromantrieben mit gutem Leistungsfaktor für nahezu sämtliche Leistungen und Drehzahlen entsteht die Gefahr, daß die Auswahl des verbessernden Mittels nicht mehr nach den oben angeführten wirtschaftlichen Gesichtspunkten vorgenommen wird. Im Interesse des gesamten Wirtschaftslebens und des elektrischen Antriebes im besonderen dürfen in Zukunft nicht Überlegungen und Anstrengungen unterbleiben, die die Verbesserung des Leistungsfaktors mit einem Mindestaufwand an Kosten und unter geringster Beeinträchtigung der Betriebssicherheit des elektrischen Antriebes gewährleisten. Dies sollte insbesondere überall da beachtet werden, wo Einzelverbesserung auf den ersten Augenschein hin als die einzige Möglichkeit erscheint. So wird in landwirtschaftlichen und ähnlichen Betrieben, in denen größere Antriebe zumeist fehlen, oft angenommen, daß die Einzelverbesserung die einzige Möglichkeit zur Blindleistungserzeugung bietet. Wie unwirtschaftlich dieser Weg ist, zeigt ohne weiteres eine Überlegung, bei der die geringe Benutzungsdauer der landwirtschaftlichen Motoren in Rechnung gestellt wird. Selbst wenn das zur Kompensierung eines Motors aufgewendete Kapital verhältnismäßig klein erscheint, so kommt es unter Umständen nur 100—300 Stunden im Jahr zur Ausnutzung und stellt damit vielleicht den teuersten Weg der Blindleistungserzeugung dar.

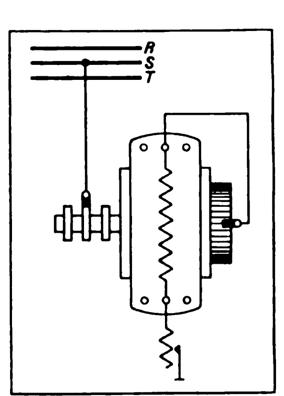


Bild 7. Osnos-Motor. *TWL*

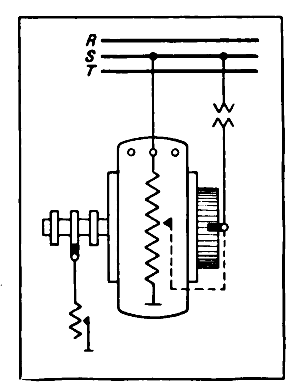


Bild 8. Heyland-Motor. *TWL*

Rauhe und ungewartete Betriebe gaben der Verwendung kleinster kompensierter Motoren wenig Aussicht auf Erfolg. Der weit fortgeschrittene Ausbau der Netze, in denen heute Hunderte von gewöhnlichen Drehstrommotoren laufen, lassen der Einzelverbesserung nur noch wenig Möglichkeit, durch Anschluß neuer kompensierter Motoren die schlechten Netzleistungsfaktoren wesentlich zu verbessern. Durch richtiges Zusammenarbeiten von Stromerzeugern und Stromkäufern wird es auch in diesen Fällen oft möglich sein, eine Gruppen- oder zentralisierte Verbesserung zu erreichen, die wirtschaftlich und technisch der Einzelverbesserung weit überlegen ist.

Ein Ausgleich mit anderen Versorgungsgebieten, in denen günstigere Verbesserungsbedingungen vorliegen, die Vergrößerung einzelner Antriebe mit großer Benutzungsdauer zur Blindleistungserzeugung sind nur Beispiele wirtschaftlicher Lösungen. Wenn diese Wege heute wenig begangen werden, so liegt es meistens daran, daß die wirtschaftspolitischen Schwierigkeiten einen Ausgleich von Nutzen und Aufwand zwischen allen Parteien erschweren. Ein enges Zusammengehen von Stromerzeugern und Stromkäufern scheint derjenige Weg zu sein, der die Frage der Leistungsfaktorverbesserung ihrer wirtschaftlichsten Lösung nahe bringen wird.

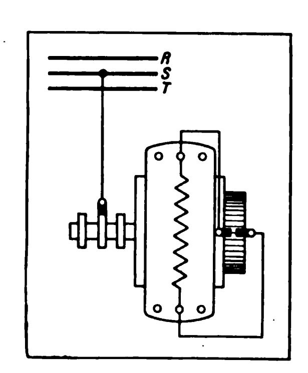


Bild 9. Drehstrom-Nebenschlußmotor, Bauart SSW. *TWL*

Digitized by Google

Elektrische Durchlauferhitzer

Von Dr.-Ing. Franz Berger, Abt. für Elektrowärmetechnik der Ö. SSW., Wien.

Als Durchlauferhitzer bezeichnet man Vorrichtungen zur Erzeugung von Warmwasser, die an eine Wasserleitung angeschlossen sind und sofort nach dem Einschalten warmes Wasser liefern. Da die rasche Erwärmung einer nennenswerten Wassermenge immerhin eine erhebliche elektrische Leistung beansprucht, wird man solche Vorrichtungen (wenn sie für den Hausgebrauch bestimmt sind) für Leistungen von etwa 1 kW bauen, auch aus dem Grunde, weil in der Regel die Elektrizitätswerke den Anschluß solcher Leistungen ohne Anlaßvorrichtung noch ohne weiteres zulassen. Es steht natürlich nichts im Wege, Durchlauferhitzer für größere Leistungen zu bauen. Bei industriellen Anwendungen wird dies sogar fast immer der Fall sein müssen. Es wird dann bloß Vorsorge zu treffen sein, daß die erforderliche Leistung nur in Stufen und nicht stoßweise an das Netz geschaltet wird.

Die kennzeichnende Eigenschaft aller dieser Einrichtungen ist die, daß das Produkt aus gelieferter Wassermenge und Übertemperatur konstant ist. Der Zusammenhang zwischen beiden wird daher durch eine gleichseitige Hyperbel dargestellt. Es ist übrigens auch ohne Rechnung einzusehen, daß bei gegebener elektrischer Leistung die entnommene Wassermenge eine um so höhere Temperatur haben wird, je weniger Wasser entnommen wird. In Bild 1 ist das Messungsergebnis von einem Durchlauferhitzer von 1 kW Leistung dargestellt.

Es gibt bei Durchlauferhitzern zwei grundsätzlich verschiedene Erwärmungsverfahren:

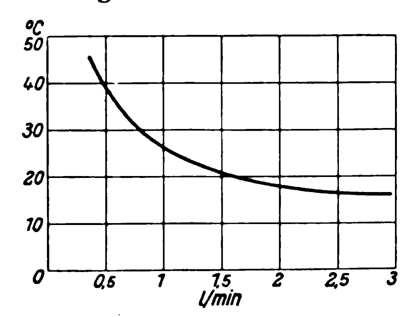


Bild. 1. Zusammenhang zwischen gelieferter Wassermenge und Temperatur bei einem Durchlauferhitzer von 1 kW Leistungsaufnahme.

1. Die Anwendung metallischer Widerstände, wobei man wieder unterscheiden kann zwischen Vorrichtungen mit Drahtwiderständen der bekannten Ausführungsform, wie sie in elektrischen Kochern und ähnlichen Apparaten zumeist angewendet werden, und Vorrichtungen, bei denen der stromführende Widerstand aus einem Metallrohr besteht, das selbst von dem zu erwärmenden Wasser durchflossen wird und das den sekundären Stromkreis eines Transformators bildet.

2. Die Anwendung des Elektrodenprinzips, wobei das durchlaufende Wasser selbst den stromführenden Widerstand bildet.

Bei Anwendung des ersteren Verfahrens wird man zweckmäßig dafür sorgen, daß der Fall ausgeschlossen bleibt, daß die elektrische Heizung eingeschaltet wird, ohne daß auch gleichzeitig Wasser entnommen wird. Die erzeugte Wärme muß auch wieder abgeführt werden, sonst tritt eine Überhitzung und gegebenenfalls eine Beschädigung des Apparates ein. Die Siemens-Schuckertwerke erfüllen diese Forderung in der Weise, daß der Schalter für den Strom in Abhängigkeit vom Wasserventil gebracht wird. Nur wenn das letztere geöffnet ist, bleibt der Schalter in der Einschaltstellung stehen. Um auch den Fall auszuschließen, daß das Wasserventil geschlossen, der Schalter aber nicht geöffnet wird, ist die erwähnte Abhängigkeit eine derartige, daß der Schalter von selbst herausfällt, wenn das Wasserventil geschlossen wird.

Bild 2 stellt einen derartigen Durchlauferhitzer für eine Leistung von 1 kW dar.

Bild 3 zeigt den gleichen Apparat mit abgenommener Schutzkappe.

Der zylindrische Kessel enthält die elektrische Wärmevorrichtung. Links unten ist noch ein Absperrventil sichtbar, das dem eigentlichen Wasserventil vorgeschaltet ist und den Zweck hat, jeden Durchlauferhitzer jenem Wasserleitungsdruck anzupassen, für den er gerade verwendet werden soll. Dieses Ventil braucht nur einmal bei der Anbringung eingestellt zu werden und ist aus diesem Grunde nur mit einem Schlüssel zu betätigen.

Wie aus der Kurve (Bild 1) zu entnehmen ist, liefert ein Durchlauferhitzer von 1 kW Anschlußwert in der Minute etwa 1,5 l von 20,5° C oder 0,5 l von 40° C und selbstverständlich auch alle Zwischenabstufungen, die durch bloßes Drehen des Wasserventiles eingestellt werden können. Hierbei betrug die Temperatur des zufließenden Wassers 12° C. Ist diese Temperatur höher oder niedriger, so ist auch die Temperatur des ausfließenden Wassers um den gleichen Betrag höher oder niedriger,

Digitized by Google



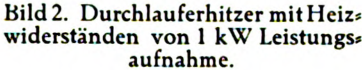


Bild 2. Durchlauferhitzer mit Heizwiderständen von 1 kW Leistungsaufnahme.



Bild 3. Durchlauferhitzer mit Heizwiderständen bei abgenommenem Schutzgehäuse.

da die zugeführte elektrische Energie unter allen Umständen die gleiche ist.

Wünscht man dem Apparat warmes Wasser zu entnehmen, so öffnet man zuerst das Wasserventil und schließt hierauf den Strom durch Drücken des Schalthebels nach rechts, bis er in die Rast mit der Aufschrift „ein" einschnappt. Zunächst wird noch kaltes Wasser ausströmen, wenn der Apparat selbst vom kalten Zustande aus in Betrieb gesetzt wurde. Schon nach wenigen Sekunden merkt man aber die Wärmezunahme. Je mehr man das Wasserventil schließt, desto wärmeres Wasser wird der Apparat liefern. Dies geht bis zu einer bestimmten Grenze, die dadurch gegeben ist, daß der letzte Teil des Weges, den die Wasserventilspindel beim Schließen zurücklegt, dazu dienen muß, den Schalter auszulösen, damit der Strom rechtzeitig unterbrochen wird.

Das ersterwähnte Erwärmungsprinzip (mit metallischen Widerständen) läßt sich, wie bereits angegeben, auch noch in der Weise anwenden, daß statt der dünnen Widerstandsdrähte, wie sie bei elektrisch geheizten Vorrichtungen zumeist verwendet werden, ein dickes Messingrohr verwendet wird. Letzteres wird als Sekundärwicklung eines Transformators von der angenommenen Leistung (z. B. 1 kW) ausgebildet. Die Primärwicklung wird direkt an die vorhandene Netzspannung gelegt. Daraus ergeben sich zwei Vorteile: einesteils kann ohne Rücksicht auf die Leistung der Warmwasserapparat an eine beliebig hohe Spannung gelegt werden und andernteils wird die Sekundärwicklung, da sie von dem zu erwärmenden Wasser selbst durchflossen wird, niemals so warm, daß dadurch eine Beschädigung eintreten könnte. Ein Durchbrennen oder Abschmelzen des stromführenden Rohres ist daher ganz ausgeschlossen. Überdies ist noch eine Sicherungsvorrichtung dadurch geschaffen, daß das den Kurzschluß der Sekundärwicklung bewirkende Metallstück so angebracht ist, daß es bei einer Temperatur von etwa 200° den Kurzschluß unterbricht, wodurch die Sekundärleitung stromlos wird. Ein solcher Warmwasserapparat ist wohl wegen der Transformatorkonstruktion etwas teurer als der in Bild 2 und 3 dargestellte, dafür bietet er aber den Vorteil einer unbegrenzten Lebensdauer, da von einem Verschleiß von Widerstandsdrähten überhaupt keine Rede sein kann. In



Bild 4. Durchlauferhitzer nach dem Transformatorprinzip mit 1 kW Leistungsaufnahme.

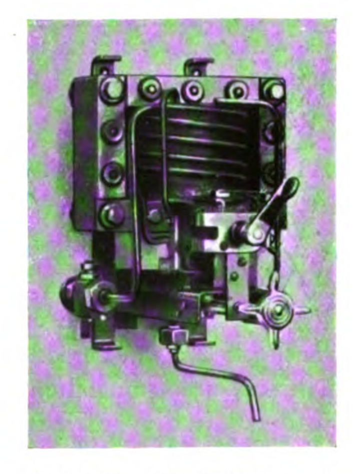


Bild 5. Durchlauferhitzer nach dem Transformatorprinzip bei abgenommenem Schutzgehäuse.

Bild 4 ist ein solcher Apparat in betriebsbereitem Zustande dargestellt, in Bild 5 mit abgenommenem Schutzgehäuse. Auch diese Apparate werden

Digitized by Google



Bild 6. Durchlauferhitzer ohne Widerstände nach dem Elektrodenprinzip.

mit selbsttätiger Stromausschaltung bei Abstellung des Wasserzuflusses und mit einem zweiten Wasserventil ausgeführt, das eine Regelung des Wasserdurchflusses bei der Inbetriebsetzung erlaubt.

Das zweite Erwärmungsprinzip (durch Elektroden) wird in Apparaten angewendet, von denen in Bild 6 ein solcher betriebsfertig und in Bild 7 mit abgenommener Schutzkappe dargestellt ist. Bei solchen Apparaten entfällt auch noch das jeweilige Einschalten des Stromes bei der Gebrauchnahme. Der Apparat kann gelegentlich seiner Anbringung an das Netz dauernd angeschlossen werden. Es braucht bloß das Wasserventil geöffnet zu werden. Das eintretende Wasser füllt das Gehäuse und ermöglicht den Stromübergang zwischen den beiden eingebauten Elektroden.

Gegen diese Apparate kann allerdings geltend gemacht werden, daß sie das Leitungsnetz über das Wasser als Vorschaltwiderstand an Erde legen, was nicht immer zulässig ist. Das gleiche gilt von Warmwasserapparaten, bei denen blanke Widerstandsdrähte verwendet werden. Man wird sich daher in solchen Fällen zweckmäßig vor Verwendung eines derartigen Apparates an das betreffende Elektrizitätswerk wegen der Frage der Zulässigkeit wenden. Auch diese Durchlauferhitzer erhalten an der Wassereintrittsstelle ein weiteres Absperrventil, das die Einstellung der Wasserlieferungsmenge erlaubt. Dieses Ventil hat auch den Vorteil, daß der Wasserzufluß gänzlich abgesperrt werden kann, wenn es einmal notwendig sein sollte, bei langjährigem Gebrauch die Dichtungsscheiben der Absperrventile auszuwechseln oder den Apparat zu reinigen.



Bild 7. Elektrodendurchlauferhitzer mit abgenommener Schutzkappe.

Alle erwähnten Warmwasserapparate werden aus Messing, hochglanzvernickelt, hergestellt und eignen sich vorzüglich für Haushaltungen, Baderäume, Ärzte (insbesondere Zahnärzte), Sanatorien, Spitäler, Ambulatorien und gewerbliche Betriebe, bei denen fortlaufend warmes Wasser gebraucht wird.

Personen-Suchanlagen in Fabrikbetrieben und Geschäftshäusern

Von Ing. Fritz Stegemann, Feuermelder-Abt. des Wernerwerks der Siemens & Halske A.-G.

Wie bereits in Heft 11 der Siemens-Zeitschrift 1923 kurz erwähnt, ist es in größeren Betrieben aller Art nicht selten notwendig, bestimmte Personen, die sich nicht dauernd in ihrem Bureau aufhalten, ohne Zeitverlust herbeizurufen. Zu diesem Zweck wurden bisher Signalapparate, Wecker, Hupen, Motorsirenen, unter Umständen ergänzt durch verschiedenfarbige Glühlampen, zweckentsprechend verteilt, und für jede zu suchende Person mußte ein anderes Signal festgelegt werden. Hierbei konnten Irrtümer unterlaufen, wenn das Signal, das jeder zu Rufende im Gedächtnis haben mußte, verkannt wurde. Die Siemens & Halske A.-G. hat aus diesem Grund einen optischen Anzeiger konstruiert (Bild 1).

In einem Gehäuse, ähnlich dem einer elektrischen Uhr, ist ein polarisiertes Werk untergebracht, das einen über eine zifferblattartige Scheibe spielenden Zeiger fortbewegt, wenn die Anlage in Betrieb gesetzt wird. Die Scheibe zeigt Buchstaben oder Zahlen, wovon die Buchstaben den Anfangsbuchstaben des Namens der zu suchenden Person darstellen, während man Zahlen verwendet, wenn mehrere Personen den gleichen Anfangsbuchstaben haben. Selbstverständlich kann die Auswahl der Bezeichnungen auch nach anderen Gesichtspunkten getroffen werden.

Digitized by Google





Bild 1. Anzeigeapparate für Personen-Suchanalgen
a mit Buchstaben b mit Zahlen

Bild 2 stellt den Geber des Suchsignals dar, der aus einer Reihe nebeneinander angeordneter und durch Motor angetriebener Typenscheiben besteht.

Um den gesuchten Beamten herbeizurufen, wird die Fernsprechzentrale verständigt. Hier wird durch Druck auf einen Knopf der Tastenanordnung (für jeden zu Suchenden eine Taste) über ein Relais mit Haltekontakt HR der Motor und diejenige Typenscheibe eingeschaltet, die für das Suchsignal bestimmt ist. Die Kontakte K 1, K 2 usw. (Bild 3), die von den Typenscheiben des Schaltwerkes beeinflußt werden, vermitteln die Stromabgabe an die Zeigerapparate ZA über 2 Stromwenderelais SR 1 und SR 2 mit Impulsen wechselnder Richtung. Die Zeigerapparate werden hintereinander in eine Ringleitung geschaltet, wodurch sich eine erhebliche Ersparnis an Leitungsmaterial ergibt. Mit jeder Typenscheibe ist eine zweite Scheibe verbunden, die selbsttätig das Schaltwerk nach erfolgter Zeigereinstellung stillsetzt. Über eine besondere Einrichtung mit Verzögerungsrelais VR 1 und VR 2 sowie Zwischenrelais ZR wird ein Wecksignal eingeschaltet, das 10—15 Sekunden lang ertönt. Der Gesuchte geht zum nächsten Fernsprechapparat und erhält von der Fernsprechzentrale die weiteren Mitteilungen.

Hat der Gesuchte sich gemeldet, so wird in der Fernsprechzentrale durch nochmaligen Druck auf den gleichen Knopf der Tastenanordnung der Motor wieder eingeschaltet. Er bewegt die Typenscheibe weiter und bewirkt, daß sämtliche Zeiger bis in die Anfangsstellung weitergehen. Dann

Bild 2. Übertragungs-Einrichtung mit Relais und Motorschaltwerk.

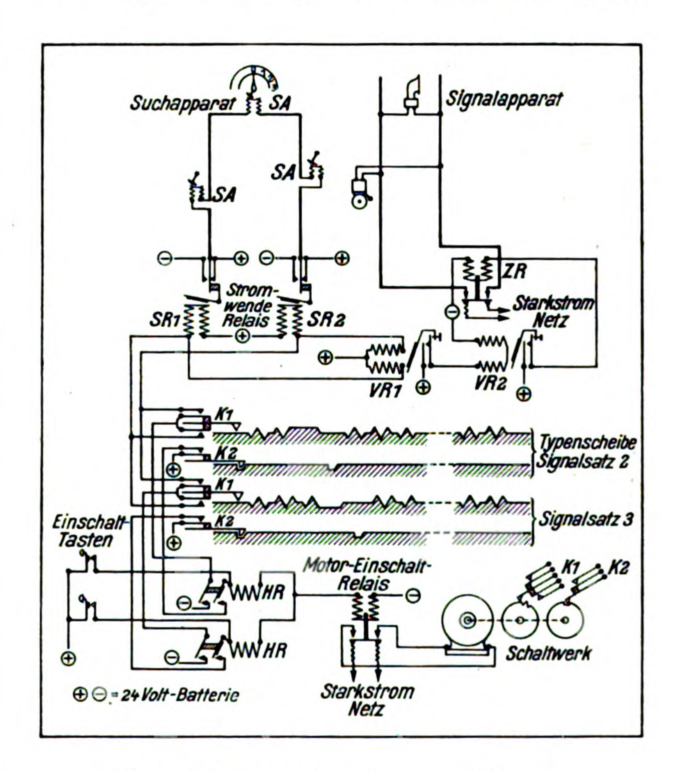


Bild 3. Schaltung einer Personen-Suchanlage.

Digitized by Google

wird durch die zweite Scheibe der Motor wieder selbsttätig ausgeschaltet; das Wecksignal ertönt hierbei nicht.

Ist ein Suchsignal abgegeben, so sind zunächst sämtliche andere Tasten gesperrt. Soll indes ein dringenderer Ruf erfolgen, so wird, wie vorbeschrieben, nochmals auf den ersten Knopf gedrückt, bis die Zeiger wieder sämtlich in die Ausgangsstellung gebracht sind; dann kann sofort der andere Ruf gegeben werden.

Man kann die Einrichtung auch derart erweitern, daß während der Dunkelheit selbsttätig eine Beleuchtung der Zeigerapparate für die Dauer eines Suchsignals eingeschaltet wird.

Zur Kontrolle der richtigen Zeigereinstellung wird in der Fernsprechzentrale, also beim Geber, zweckmäßig ein Zeigerapparat, der mit den übrigen in Hintereinanderschaltung liegt, angebracht.

Mit einer solchen Suchsignalanlage können bis zu 19 Personen herbeigerufen werden.

Trennschalter für hohe Stromstärken und Spannungen bis 35 kV

Von W. Nagel, Ingenieur des Charlottenburger Werks der SSW.

Den hohen Leistungen entsprechend, zu denen sich die neuzeitlichen Elektrizitätswerke mit den großen Maschinensätzen entwickelt haben, sind auch bei hohen Spannungen die Ströme hoch, und diesen hohen Stromstärken müssen auch scheinbar so einfache Apparate, wie es die Trennschalter sind, angepaßt werden. Hochspannungstrennschalter werden in Wechselstromanlagen für Ströme bis 6000 A und darüber verlangt.

Trennschalter werden ihren Zwecken entsprechend nicht so häufig betätigt wie etwa Ölschalter. Sie sind erforderlich, um Teile der Schaltanlage allseitig vom Netz zu trennen und spannungslos zu machen. Sie werden hierbei in der Regel nur bei unbelastetem Stromkreis geschaltet. Wenn demnach an die Trennschalter nicht so hohe Anforderungen gestellt werden wie an die Ölschalter, die bei allen Belastungen bis zum Kurzschluß den Strom sicher unterbrechen, so sind auch von ihnen die Forderungen unbedingter Betriebssicherheit bei möglichst einfacher Ausführung zu erfüllen. Sie müssen im Betriebe den Strom dauernd aushalten, ohne sich über Gebühr zu erwärmen, sie dürfen keinen zu hohen induktiven Spannungsverlust aufweisen, müssen sich sicher und gefahrlos ein- und ausschalten und zweckdienlich einbauen lassen, ohne zuviel Raum zu beanspruchen. Die Kontakte dürfen sich nicht verschlechtern, auch wenn die Schalter monatelang nicht bedient werden und sie den dauernd wechselnden Belastungen mit Erwärmung und Abkühlung und den hierdurch verursachten Verschiebungen der Auflageflächen ausgesetzt sind. Bei Überströmen oder Kurzschluß darf der Schalter nicht durch die hierbei auftretenden dynamischen Kräfte ausgelöst werden.

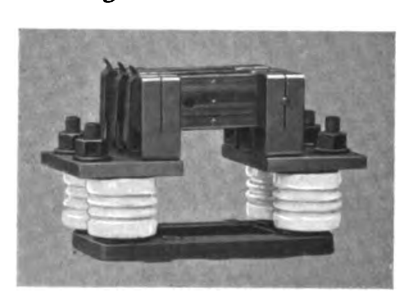


Bild 1. Trennschalter für 7 kV, 1500 A, mit 3 parallel geschalteten Messern.

Von den verschiedenartigen Formen, die Hochspannungstrennschalter für große Stromstärken angenommen haben, seien nachstehend einzelne Ausführungen beschrieben, welche die Entwicklung dieser Schalter zeigen sollen.

Bild 1 zeigt eine Ausführung, die in enger Anlehnung an die Schalter für kleinere Stromstärken entstand. Man schaltete so viele Einheiten des 600 oder 1000 A-Schalters parallel, wie man für die hohe Stromstärke als genügend ansah. Dies gab aber keine befriedigende Lösung. Es war schwierig, die gedrängt aufeinandersitzenden Kontaktfedern sämtlich zum guten Anliegen zu bringen. Die vielen Übergangswiderstände und die bei dem verhältnismäßig breiten Schalter auftretende Stromverdrängung verursachten eine starke Erwärmung des Schalters und förderten so die schädliche Oxydation der Kontaktflächen. Diese wiederum erhöhte die Übergangswiderstände und mit ihnen die Temperatur, so daß die Schalter sorgfältige Wartung erforderten. Auch in die Kontaktfedern eingebaute

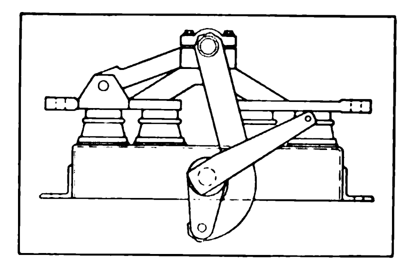


Bild 2. Trennschalter mit Druckbürsten, Serie O, 4000 A.

Digitized by Google

Stahldruckbügel, die ein gutes Anliegen der Kontakte bei erhöhtem Drucke gewährleisten sollten, wie unter die Schraubenköpfe gelegte federnde Unterlegscheiben oder Stahlbügel verbesserten die Schalter nur wenig.

Bei der in Bild 2 dargestellten Trennschalterausführung sind Bürsten mit Tastkontakten verwendet, die sich bei den Hand- und selbsttätigen Schaltern gut bewährt hatten. Für brauchbare Trennschalter genügt jedoch diese Einrichtung nicht, da die Betriebsbedingungen für die verschiedenen Schalter völlig verschieden sind. Während Hand- und Selbstschalter meistens täglich ein- oder mehrmals geschaltet werden, wobei die ständige Wartung selbstverständlich ist, wird der Trennschalter, der im Hochspannungskreis liegt, selten geschaltet. Die feuchte Luft dringt hierbei durch die Spalten zwischen den einzelnen Bürstenblechen zu großen Teilen von Kontaktflächen und überzieht sie mit einer Oxydhaut, die sich allmählich verbreitert. Verschieben sich die Bürstenbleche infolge von Erwärmung und Abkühlung über diese oxydierten Teile, so sind die Folgen Erhöhung des Übergangswiderstandes und der Temperatur. Mit der Zeit steigt diese so weit, daß die Kupferbürsten ausglühen und der Schalter aus dem Betrieb genommen werden muß.

Bild 3 stellt einen Trennschalter dar, bei dem die Bürsten als Schleifbürsten auf die Kontaktmesser auflaufen. Auch diese Ausführung genügt, selbst unter Verwendung bester Baustoffe, Anordnung von Stahl-Druckfedern und sorgfältigster Ausführung, nicht den gestellten Ansprüchen, trotz der besseren Schleifwirkung der Bürsten beim Schalten, wenn eine lange Gebrauchsdauer ohne Bewegung der Schaltteile gefordert wird.

Ein weiterer Fortschritt wurde dadurch erhalten, daß der Kontaktdruck der Bürsten erst in der Einschaltstellung hergestellt wurde. Durch Umlegen eines Exzenters oder Betätigung einer Schraube wurden die Bürsten mit hohem spezifischen Druck auf die Kontaktmesser angedrückt. Auf diese Weise wurde die zum Schalten nötige Arbeit herabgesetzt. Durch das feste Aufliegen der Bürsten wurde zwar der Übergangswiderstand herabgedrückt, dieser Zustand blieb aber nicht dauernd, der Übergangswiderstand stieg allmählich und mit ihm die Temperatur, so daß der Schalter schließlich versagte.

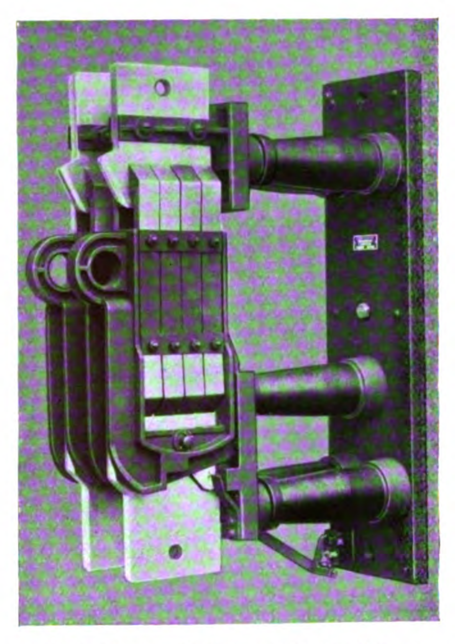


Bild 3. Trennschalter mit Schleifbürsten Serie IV, 4000 A.

Der Schalter Bild 4 ähnelt den in Amerika viel verwendeten Ausführungen. Er hat als Schaltmesser breite, starke Kupferschienen. Die federnden Gegenkontakte sind als gerade, entsprechend hohe und breite an die Anschlußstücke angeschraubte Federkontakte ausgebildet. Durch Hinzufügen von Stahlfedern ist die natürliche Federung unterstützt. Die Schwierigkeit aber, die verhältnismäßig kurzen Kontaktfedern zum guten Anliegen zu bringen, wie die vielen Übergangswiderstände, beeinträchtigen die Brauchbarkeit dieser Kontaktanordnung.

Durch Einlöten der federnden Teile in die Kontaktstücke, an Stelle des Anschraubens, können zwar die Übergangswiderstände vermindert werden, durch das Löten büßen aber die Federn einen Teil ihrer Federkraft ein, so daß eine Verbesserung des Schalters nicht erreicht wird. Die Wirkung der Stromverdrängung tritt bei den verhältnismäßig schmalen Schaltern nicht allzu störend auf.

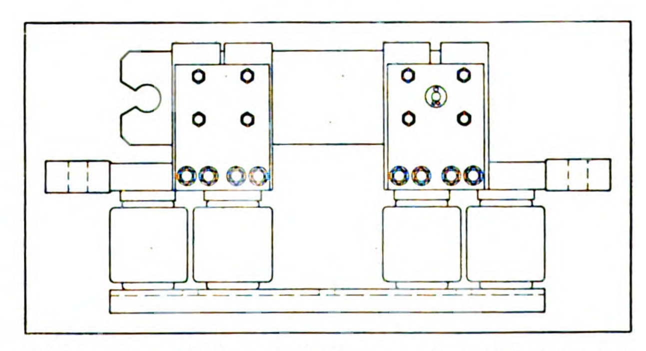


Bild 4. Trennschalter mit breiten, massiven Schaltmessern für 10 kV, 3000 A.

Digitized by Google

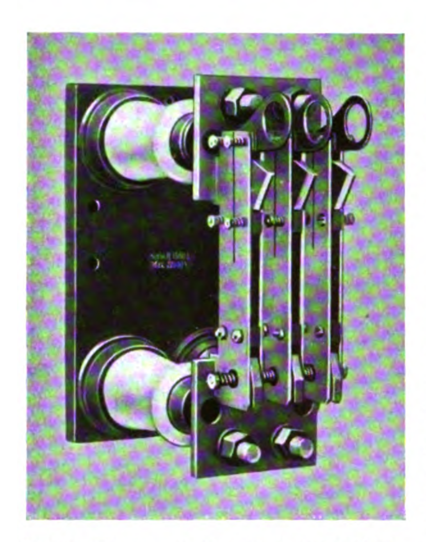


Bild 5. Trennschalter Serie III, 1500 A.

Bild 5 läßt eine in den letzten Jahren entstandene Schalterkonstruktion erkennen. Statt der Kontaktfedern sind hier massive, in die Anschlußplatten eingesetzte Kontaktmesser und statt der Bürsten beweglich gelagerte Kupferschienen angebracht. Diese werden von Stahlfedern an die Kontaktmesser gedrückt. Der besseren Auflage wegen sind die Schienen nicht zu breit gewählt, sondern durch Nebeneinanderlegen ist der Querschnitt des Schalthebels vergrößert. Ein wesentlicher Vorteil dieser Ausführung ist die Anordnung der federnden leicht auswechselbaren Teile an den Schalthebeln. Als Nachteil ist die bei hohen Stromstärken erforderliche größere Zahl nebeneinanderliegender Schalthebel zu bezeichnen, die den Schalter verhältnismäßig breit und empfindlich gegen Stromverdrängung machen.

Die erwähnten Ausführungen gaben gute Fingerzeige für die Herstellung eines brauchbaren Hochstrom-Wechselstromschalters. Um einen Schalter zu schaffen, der in allen Beziehungen genügt, war eine Reihe von Versuchen nötig, die sich insbesondere auf den Einfluß erstreckten, den der Zustand der Kontaktflächen auf die Höhe des Übergangswiderstandes hat.

Galvanisch vernickelte Kontaktflächen haben unter sonst gleichen Verhältnissen den zwei- bis dreifachen Übergangswiderstand der Kupferkontakte. Die Stärke des Nickelüberzuges spielt hierbei eine ganz untergeordnete Rolle. Im Feuer verzinnte Kontakte haben unter gleichen Verhältnissen nur die Hälfte bis ein Drittel des Widerstandes des reinen Kupferkontaktes. Mit Benzin gut gereinigte Kontakte haben den kleinsten Übergangswiderstand, während leichtes Ölen ihn um etwa 30 v. H. erhöht. Das Ölen oder Einfetten der Kontakte hält aber die Luft ab und verzögert das Oxydieren ganz wesentlich.

Nach Sichtung aller mit obigen Schaltern im Prüffelde und im Betriebe gemachten Erfahrungen kann man als feststehende Konstruktionsregeln für Hochstrom-Trennschalter aufstellen:

Der Kontaktdruck muß spezifisch hoch sein. Durch die Federung des Leiters allein kann er nicht dauernd auf der benötigten Höhe gehalten werden.

Geblätterte Stromschlußteile (Bürsten) eignen sich weniger gut als großflächige (Schienen).

Die Kontaktstellen müssen so ausgebildet werden, daß ihrer Oxydation nach Möglichkeit vorgebeugt ist und auch ungeübte Arbeiter ohne besondere Mühe sie zum guten Anliegen bringen können. Zwecks gelegentlicher Reinigung müssen sie in allen Teilen leicht zugänglich sein.

Die Erwärmung eines voll belasteten und sehr wenig Wartung benötigenden Schalters über die umgebende Luft soll 20° C nicht wesentlich überschreiten.

Schalter in Räumen, deren Wärmegrad höher als 30° ist, müssen reichlicher bemessen werden. Am vorteilhaftesten wird in solchen Fällen das Modell für die nächst höhere Stromstärke verwendet.

Die Schalterbreite soll mit Rücksicht auf die gegenseitige Beeinflussung der Phasen klein sein. Der Messerbreite werden durch die gegenseitige Beeinflussung praktisch keine Grenzen gezogen.

Die Hautwirkung würde durch Anordnung dünner und nicht zu breiter Messer an einer Zylinderfläche vermindert werden können, die gegenseitige Beeinflussung der verschiedenphasigen Ströme würde aber die hierdurch erhaltene Verbesserung teilweise wieder aufheben. Aus diesem Grunde und wegen der schwierigen mechanischen Ausführung sind die Schaltmesser nebeneinander anzuordnen.

Nach diesen Leitsätzen bauen die SSW eine neue Reihe einpoliger Trennschalter Type R 2000 bis R 2005 für Stromstärken von 1000–6000 A. Bild 6 zeigt einen Schalter der Serie II für 6000 A, Type R 2001/6000.

Der spezifisch hohe Kontaktdruck wird hierbei durch Stahldrahtfedern erzeugt, die nicht erlahmen und verhältnismäßig hohe Wärmegrade aushalten können, ohne ihre Federkraft einzubüßen.

Die Schalthebel sind in zwei nebeneinander und vier übereinander liegende Elemente unterteilt.

Digitized by Google

Sie haben eine nach vorn, dem Drehpunkt entgegengesetzte, verlängerte Schaltöse. Hierdurch ist trotz der großen zu leistenden Reibungsarbeit ein verhältnismäßig leichtes Schalten ermöglicht.

Die einzelnen Schalthebelelemente (Kupferschienen) sind wegen ihrer mäßig großen Kontaktfläche leicht zum guten Anliegen an die Schaltmesser zu bringen. Andererseits bilden sie aber eine geschlossene Kontaktfläche, zu der die Luft nur schwer gelangen kann. Ein Oxydieren der Kontakte tritt deshalb nicht leicht ein.

Jede Schiene wird unabhängig von den andern durch ihre Stahlfedern fest an die Kontaktmesser angedrückt und kann ohne weiteres durch Lösen ihrer Führungsschrauben herausgenommen werden.

Die Abmessungen der Schalter sind reichlich, ihre Abkühlungsflächen verhältnismäßig groß. Durch entsprechende Unterteilung ist die Bildung von Wirbelströmen vermieden. Die Gesamterwärmung der Schalter ist gering.

Infolge entsprechenden Zusammenrückens der Schaltelemente ist die Schalterbreite und auch die Einwirkung der Stromverdrängung durch benachbarte Leitungen gering.

Zum Tragen der Kontaktstücke sind zur Erhöhung der Festigkeit und Sicherheit gegen Bruch mehrere Isolatoren verwendet.

Die Anschlußstücke sind reichlich bemessen. Sie sitzen zwecks besserer Stromverteilung und Vermeidung einer induktiv wirkenden Stromschleife, durch die bei Kurzschlüssen in der Leitung der Schalter selbsttätig geöffnet werden könnte, in halber Messerhöhe.

Die Anschlußflächen liegen parallel zur Grundplatte. Sie ermöglichen deshalb bei normaler Leitungsführung den einfachsten Anschluß der Schienen.

Der Spannungsabfall in den Schaltern ist gering. Der Kraftverlust und die erzeugte Wärme klein.

Die Schalter haben die denkbar kleinste Zahl von Kontaktstellen.

Nach den erwähnten Konstruktionsgrundsätzen, nach denen die einpoligen Schalter der Type R 2000 — R 2005 entworfen wurden, sind unter Verwendung der gleichen Schalterelemente auch die dreipoligen Hochstromschalter der SSW, Type R 2010 — R 2015, Bild 7, hergestellt.

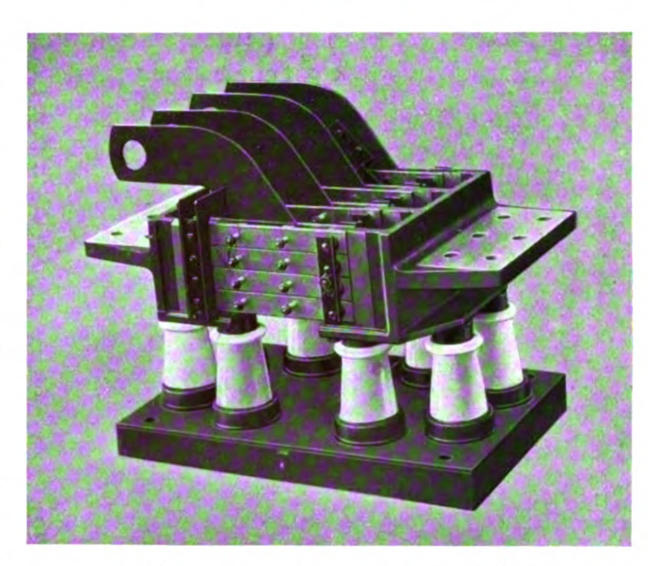


Bild 6. Trennschalter Serie II, 6000 A.

Auf einem kräftigen Schmiedeeisenrahmen sind die drei Schalter für die einzelnen Phasen in den durch die betreffende Serie bedingten Abständen aufgebaut. Durch eine gemeinsame Welle werden sie mittels dreier Kurbeln und Repelitstangen gesteuert. Zweckentsprechende Anordnung dieser Teile in Verbindung mit einer eingebauten Schneckenradübersetzung setzen die zum Bedienen nötige Kraft auf eine mäßige Größe herab. Es ist deshalb möglich, auch diese Schalter mit normalen Handradantrieben zu bewegen.

Die mit diesen dreipoligen Schaltern erhaltenen Prüf- und Betriebsergebnisse sind ebenso günstig, wie die mit den einpoligen Schaltern der Type R 2000 — R 2005 erreichten.

In ähnlicher Weise wie sorgsame Wartung von Maschinen und Schaltanlagen gefordert

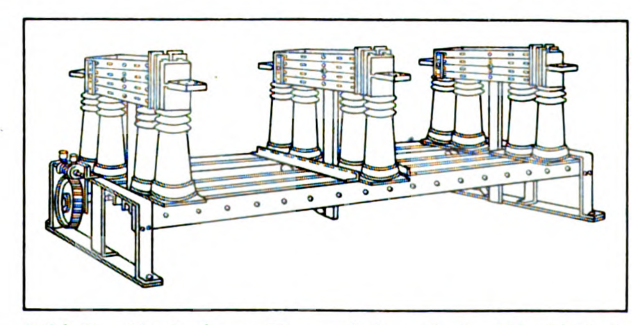


Bild 7. Dreipoliger Trennschalter Serie IV, 3000 A.

wird, müssen auch die Trennschalter sachgemäß überwacht werden. Besondere Aufmerksamkeit ist hierbei den Kontakten zuzuwenden. Die

Digitized by Google

Kontaktflächen müssen in Betriebspausen gereinigt und mit Vaseline leicht eingerieben werden. Es ist zu prüfen, ob der Druck, mit dem sie zusammengepreßt werden, noch genügend groß ist und die ganze Kontaktfläche voll aufliegt.

Aus irgendeinem Grunde oxydierte Kontakte müssen sorgfältig von der Oxydschicht befreit werden; es ist darauf zu achten, daß die Flächen genau planparallel bleiben.

Kontakte in Räumen mit schwefelhaltigen Dämpfen sind öfters nachzusehen und zu reinigen.

Signalanlage für Betriebe, die voneinander abhängig sind.

Von Betriebsingenieur Hopf, Wetzlar.

In vielen Betrieben der Industrie spielt die Gewinnung von Nebenprodukten, wie: Wärme, Stickstoff, schwere Kohlenwasserstoffe, Gas und, wo die Möglichkeit besteht, auch ihre gleichzeitige Verwertung eine ausschlaggebende Rolle für die Wirtschaftlichkeit. Dies gilt besonders für solche Werke, die die Rohstoffe aus größerer Entfernung heranholen müssen, wodurch hohe Transportkosten entstehen, die wiederum die Herstellungskosten der Erzeugnisse erheblich steigern, ja sogar das Bestehen des Werkes in Frage stellen, wenn nicht eine ausgiebige Nebenproduktenwirtschaft betrieben wird. In den weitaus meisten Fällen findet die Gewinnung bzw. Verwertung der Nebenerzeugnisse in getrennten Betrieben statt, die aber durch das zu gewinnende bzw. verwertete Produkt von der Erzeugungsstelle abhängig sind. Eine Störung an einer Betriebsstelle würde demzufolge auch für die übrigen nachteilige Folgen zeitigen, besonders wenn es sich um explosive Stoffe handelt, die Leben und Eigentum zerstören können, wenn der Schaden nicht noch rechtzeitig durch eine Verständigung abgewendet werden kann. Jeder Betriebsleiter wird bestätigen, daß es bei ernstlichen Störungen an der betroffenen Stelle stets so viel zu beachten gibt, daß in der Eile meist das übersehen wird, was nicht unmittelbar zu den Obliegenheiten des eigenen Betriebes gehört. Andererseits sind die Eigenheiten der gerade gefährdeten Betriebe nicht immer genügend bekannt, so daß die für die Nebenbetriebe bestehende Gefahr infolge dieser Unkenntnis noch wächst. Unübersehbarer Schaden hätte oft vermieden werden können, wenn noch rechtzeitig eingegriffen worden, d. h. sofort eine jeden Irrtum ausschließende Verständigung zwischen den in Betracht kommenden Stellen möglich gewesen wäre. In langen Besprechungen wird dann nachträglich über solche Vorkommnisse verhandelt, um Abhilfe zu schaffen; es werden Pläne entworfen und Abänderungsvorschläge gemacht, und bei der nächsten Gelegenheit zeigt sich die Tücke des Objektes in ganz anderen Formen, die die Überlegungen vollkommen über den Haufen werfen.

Aber auch noch andere Gründe sind es, die für eine von der Intelligenz und Aufmerksamkeit des Bedienungspersonals unabhängige Verständigungsmöglichkeit zwischen mittelbar zusammenhängenden Betrieben sprechen. Man denke sich den Fall, daß an wichtigen Betriebsstellen Neueinstellungen von Bedienungspersonal erfolgt sind und Unregelmäßigkeiten eintreten. Die Neulinge kennen sich in dem Betrieb noch nicht aus; ein falscher Handgriff oder eine falsche Nachrichtenübermittlung genügt, ein Chaos mit seinen unabsehbaren Folgen herbeizuführen.

Auch die Nachrichtenübermittlung durch Fernsprecher oder Boten hat in der Regel nicht das gewünschte Ergebnis; der erstgenannte Weg schon deshalb nicht, weil in den Betrieben der Schwerindustrie vielfach Geräusche auftreten, die eine gute telephonische Verständigung verhindern. Auch gibt es unter den Arbeitern noch eine große Zahl von Leuten, die beim Bedienen des Fernsprechers unsicher und befangen sind und deshalb ihnen auf diesem Wege übermittelte wichtige Kommandos in der Erregung oft falsch auffassen. Eine telephonische Verständigung zwischen den Arbeitern selbst führt ebenfalls nur selten zum Ziel, da die Leute in den meisten Fällen die Gefahr gar nicht oder doch nur unvollkommen erkennen und deshalb die Meldung auch nur mangelhaft weitergeben. Die Nachrichtenübermittlung durch Boten aber ist bei solchen Vorkommnissen viel zu zeitraubend, ganz abgesehen davon, daß erfahrungsgemäß eine Nachricht um so mehr verstümmelt wird, je mehr Personen bei ihrer Übertragung mitwirken.

Digitized by Google

Wie eingangs schon erwähnt, besteht fast immer Mangel an solchem Personal, das bei Betriebsstörungen mit Überlegung handelt. Nur dadurch, daß in einem derartigen Falle jeder an seinem Platz ist und diesen ganz ausfüllt, werden große Schäden vermieden.

Alle diese Umstände zusammenfassend, kommt man zu dem Ergebnis, daß überall dort, wo wichtige, räumlich getrennte Betriebsstellen sich ohne Zeitverlust und mit völliger Sicherheit verständigen müssen, eine zuverlässige und dem jeweiligen Zweck gut angepaßte Signalanlage unentbehrlich ist. Nur reifliche Überlegungen der mit dem Betrieb genau vertrauten Betriebsbeamten im Verein mit erfahrenen Fachingenieuren können hier eine vollkommene Anlage schaffen, die auch das hält, was man sich von ihr verspricht, und die in Aufbau und Ausführung den örtlichen Verhältnissen Rechnung trägt.

Im folgenden soll nun eine derartige Signalanlage beschrieben werden, die vom Wernerwerk der Siemens & Halske A.-G. für die Buderusschen Eisenwerke in Wetzlar ausgeführt worden ist und in ihrer Wirkungsweise dem Betriebe vollkommen entspricht. Es braucht kaum besonders betont zu werden, daß eine solche Anlage nur dann einwandfrei arbeiten kann, wenn auch die mechanische Ausführung vollendet gut ist und den hohen Ansprüchen des praktischen Betriebes in jeder Beziehung gerecht wird.

Wie schon gesagt wurde, ist die restlose Verwertung der bei der Roheisengewinnung abfallenden Nebenprodukte eine Existenzfrage für alle Werke, die, wie im vorliegenden Falle, ihre Rohstoffe aus größerer Entfernung beziehen. Die den Hochöfen entströmenden Gichtgase werden in Rohrleitungen abgefangen, zunächst einer ausgiebigen mechanischen Reinigung unterzogen und dann zu Kraft- und Heizzwecken verwendet. Ein kleiner Teil der gereinigten Gichtgase wird als Betriebsstoff in den zum Hochofenbetrieb gehörigen Gebläsemaschinen benutzt, die die Druckluft für die Hochöfen liefern. Diese drei Stellen: Hochöfen, Gebläsemaschinen, Gasreinigung — sind zwar räumlich getrennt, bilden aber durch den Gichtgasstrom einen Kraftschluß. Irgendeine nennenswerte, in einem Behälter aufgespeicherte Gasreserve ist nur selten in solchen Werken vorhanden, da die freiwerdenden Gasmengen außergewöhnlich groß sind, so daß sich geeignete Behälter nur mit unerträglich hohen Kosten herstellen lassen würden. Die Gaslieferung durch die Hochöfen darf also keinesfalls unterbrochen werden, bevor nicht die beiden anderen Stellen benachrichtigt sind, da sonst durch Rückzündungen Explosionen unvermeidlich sind und Zerstörungen hervorgerufen werden, die nicht nur großen Schaden verursachen und Gefahren für die Bedienung bilden, sondern auch die Produktion auf längere Zeit unterbrechen können. Eine rasche und sichere Signalübermittlung ist hier also unerläßlich.

Da es sich hierbei im allgemeinen nur um wenige, sich regelmäßig wiederholende Signale handelt, wählte man elektrische Lichtsignalapparate in Gestalt von Glühlampentableaus, die für solche Betriebe wegen ihrer Einfachheit und Zuverlässigkeit, sowie wegen der guten Erkennbarkeit der Signale auch auf größere Entfernungen ganz besonders geeignet sind. Wirksam ergänzt werden die Lichtsignale durch elektrische Glocken, die bei jeder Signalgabe selbsttätig ansprechen und zum Teil das Personal auf den Eingang eines neuen Kommandos aufmerksam machen, zum Teil nur zur Kontrolle dienen. Einrichtung und Wirkungsweise solcher Lampentableaus dürfen im wesentlichen wohl als bekannt vorausgesetzt werden. Die äußere Form der im vorliegenden Falle benutzten Apparate ist auf den Bildern gut zu erkennen. Es werden zwei verschiedene Formen — Geber und Empfänger — angewandt. Die kleineren Gebertableaus enthalten vier Lichtfächer mit je einer Metallfaden-Röhrenlampe (10 HK) mit Swankontakt, sowie fünf Druckknopfschalter. Von diesen dienen vier neben den Tableaufenstern eingebaute zum Abgeben der Signale, der fünfte (unterste) als Löschtaste zum Abstellen des Signals. Die Fenster haben eine Größe von 35 × 90 mm, die sie abschließenden, leicht auswechselbaren Scheiben bestehen aus weißem oder farbigem, mattem Glas und tragen keine Aufschrift. Über jedem Fenster ist ein kleines Emailschild mit der betreffenden Signalaufschrift („Halt" — „Langsam blasen" — „Voll blasen" — „Gefahr") angebracht.

Die Empfängertableaus sind wesentlich größer als die Geber, da ihre Angaben auch aus der Entfernung gut zu erkennen sein müssen. Sie haben acht untereinander angeordnete Lichtfächer mit ebenfalls leicht auswechselbaren Signalscheiben von 240 × 90 mm Größe. Jedes Lichtfach enthält zwei parallel geschaltete 10-kerzige Röhren-

Digitized by Google



Bild 1. Stand des Wächters am Hochofen I mit Gebertableau, Empfängertableau, Anrufglocke und Notsignalglocke.

lampen. Die Signalaufschriften sind hier auf den Scheiben selbst angebracht, aber nur sichtbar, wenn die zugehörigen beiden Lampen brennen.

Die Gehäuse aller Tableaus bestehen aus Metall und sind vollkommen staub- und gasdicht abgeschlossen, was eine wesentliche Voraussetzung für die Betriebssicherheit derartiger Anlagen ist.

Bei jedem Hochofen ist am Standort des Wärters je ein Geber- und Empfängertableau nebeneinander an einem Eisengestell montiert (Bild 1 und 2), zusammen mit zwei ebenfalls staub- und gasdichten Glocken. Von diesen dient die obere, große, als Anruf- bzw. Kontrollglocke; die zweite ertönt nur beim Abgeben des Gefahrsignals von einer der Gebläsemaschinen. Auch am Maschinistenstand jedes Gebläses ist ein Gebertableau nebst Gefahrglocke an einem freistehenden Gestell befestigt (Bild 3). Diese Geber dienen zum Rückmelden der von den Hochöfen übermittelten Signale bzw. zum Abgeben des Gefahrsignals, wenn ein Gebläse wegen Defektes schnell stillgesetzt werden muß. Dieses letztere Signal wird wiederum von dem in Betracht kommenden Hochofen aus bestätigt. Außer den Quittungsgebern sind im Gebläsemaschinenhaus mehrere Empfangstableaus vorhanden, die teils in größerer Höhe



Bild 2. Stand des Wächters am Hochofen II.

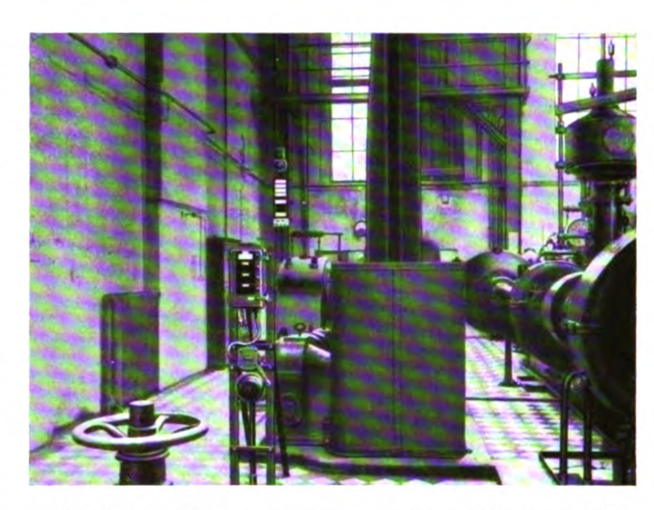


Bild 3. Gebertableau und Empfängertableau beim Gasgebläse.

an der Wand angebracht, teils, doppelseitig ablesbar, auf einen Freiständer gesetzt sind (Bild 4). Jeder hat eine große Anrufglocke. Die Empfänger sind so verteilt, daß von jeder Stelle des Maschinenhauses aus wenigstens einer von ihnen gut zu übersehen ist. In der Gasreinigung hängen nebeneinander zwei Empfänger-Wandapparate (Bild 5). Von diesen ist der eine in den Stromkreis der Hochofengeber, der zweite in den Rückmelde-Stromkreis der Quittungsgeber geschaltet. Jedes Tableau ist mit einem Wecker verbunden, von denen der eine als Anruf-, der andere als Gefahrsignalwecker dient. Schließlich ist auch im Kesselhause noch ein Empfangstableau nebst Anrufglocke angebracht. Dieser Empfänger liegt parallel zu denen im Maschinenhaus, ist also auf die Hochofengeber geschaltet.

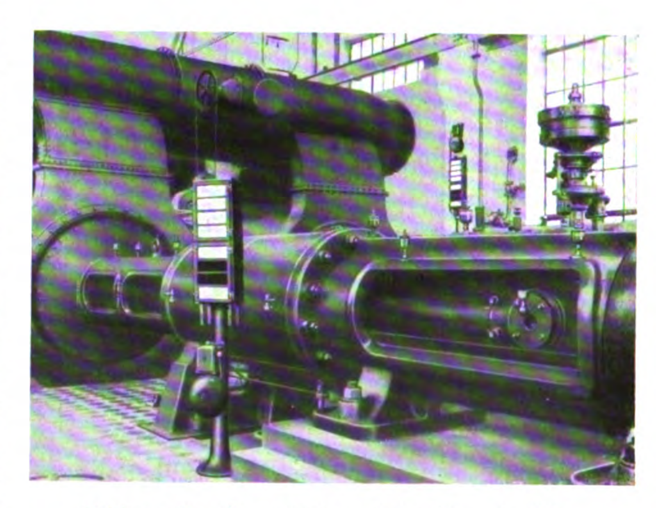


Bild 4. Empfängertableau beim Dampfgebläse.

Digitized by Google

Die Signalanlage wird von einer Akkumulatorenbatterie von 55 V Spannung gespeist, da es natürlich nicht angängig ist, eine derartig wichtige Anlage an das allgemeine Netz anzuschließen. Zur Erhöhung der Sicherheit ist eine zweite Akkumulatorenbatterie von gleicher Größe als Reserve aufgestellt worden, damit die Anlage mit völliger Zuverlässigkeit arbeitet.

Die Verbindungsleitungen sind zum größten Teil in eisenbandarmierten, im Erdboden verlegten Kabeln zusammengefaßt, um sie zufälligen oder beabsichtigten Beschädigungen zu entziehen. An einigen Stellen erschien jedoch ein Verlegen des Kabels in den Erdboden nicht zweckmäßig, deshalb wurde dasselbe Kabel als Luftkabel verlegt. Die Kabelverbindungsstellen sind mit festen, staub- und gasdichten, gußeisernen Verbindungskasten ausgerüstet, so daß die Anschlußkontakte vor dem Oxydieren und Verschmutzen geschützt sind. Die übersichtliche Anordnung der Anschlüsse ermöglicht einen schnellen Überblick über die Schaltung.

Die verschiedenen Lampensignal-Stromkreise werden mit Hilfe von Relais ein- und ausgeschaltet, die in besonderen Kasten zusammengefaßt sind. Diese Relaiskasten sind unmittelbar neben den Verbindungskasten angebracht. Überraschend ist es zunächst, daß trotz der großen Vielseitigkeit der Signalanlage nur 2×8 Relais notwendig sind, und zwar je 8 für den Geber- und Rückmelde-Stromkreis. Das bedeutet ebenfalls einen großen Vorteil für die Sicherheit des Betriebes. Bekanntlich ist ja der einfachste Apparat auch stets der betriebssicherste und billigste, vorausgesetzt, daß er die gestellten Bedingungen erfüllt. Je 8 Relais sind in einem staub- und gasdicht schließenden gußeisernen Kasten vereinigt, von denen der eine bei den Hochöfen, der andere im Gebläsemaschinenhaus untergebracht ist. Das hat zugleich auch noch den weiteren Vorzug, daß dadurch jederzeit eine rasche Untersuchung der Anlage möglich ist.

Die Arbeitsweise der Anlage ist im wesentlichen kurz folgende: Es sei angenommen, daß acht Betriebsstellen miteinander Signale auszutauschen haben. Will nun z.B. die Betriebsstelle I (Hochofen) ein Signal nach Betriebsstelle VI (Gebläsemaschine) geben, so wird der entsprechend bezeichnete Knopf am Gebertableau der Stelle I gedrückt. Dadurch erscheint dieses Kommando am Empfangstableau der Betriebsstelle VI und gleichzeitig ertönt auch deren Wecker. Das gleiche Kommando wird aber auch am Gebertableau der Stelle I sichtbar, damit die Bedienungsperson sich von der Richtigkeit des Signals überzeugen kann; außerdem ertönt auch hier der Wecker. Stelle VI bestätigt darauf den Empfang des Signals dadurch, daß sie durch Drücken eines Knopfes die Wecker beider Betriebsstellen abschaltet und dann sofort den Befehl ausführt. Stelle I löscht nunmehr das Signal an beiden Stellen ebenfalls durch Drücken eines Knopfes. Da die Apparate unmittelbar am Standort der einzelnen Arbeiter angebracht sind, entsteht durch das Signalgeben kein Zeitverlust. Das von Stelle I gegebene Signal wird außer an der eigentlichen Empfangsstelle VI auch noch an allen übrigen Stellen, soweit sie mit Empfangsapparaten ausgerüstet sind, angezeigt, damit sie von dem Vorgang unterrichtet sind. Dadurch wird vermieden, daß gleichzeitig an verschiedenen Betriebsstellen Handlungen unternommen werden, die nachteilig auf die gesamte Anlage wirken könnten. Sinngemäß kann natürlich auch jede der übrigen Betriebsstellen mit irgendeiner beliebigen anderen verkehren.

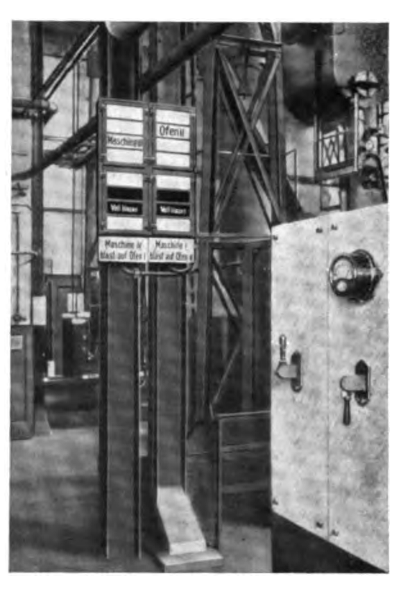


Bild 5. Empfängertableau in der Gasreinigung.

Ist an der einen oder anderen Stelle Gefahr im Verzug, so wird der mit „Gefahr" bezeichnete Druckknopf ihres Tableaus betätigt, und jede der acht Betriebsstellen erhält das entsprechende optische Signal zugleich mit einem besonders lauttönenden Weckerzeichen. Dieses Gefahrsignal kann von der gebenden Stelle aus auch wieder aufgehoben werden, nachdem die Gefahr beseitigt ist. Es ist nicht notwendig, daß der Gefahrwecker während der ganzen Dauer der Gefahrzeit in Tätigkeit bleibt, sondern er kann auch zum Verstummen gebracht werden, ohne daß das Lam-

Digitized by Google

pensignal mit abgeschaltet wird. Auch in diesem Fall ist die Anlage stets ohne weiteres für andere Signale aufnahme- und abgabefähig.

Es ist nicht der Zweck dieser Mitteilung, Einzelheiten der Anlage und ihres Betriebes genauer zu besprechen; doch möge zum Schluß noch kurz darauf hingewiesen werden, daß sich eine ganze Reihe weiterer Verwendungsmöglichkeiten für derartige Einrichtungen eröffnet, sobald man sich näher mit ihnen vertraut macht.

Gummischlauchleitungen

Von Otto Bodemann, Oberingenieur im Kabelwerk der SSW, Abt. SK 4.

Als Leitungen, die zum Anschluß von ortsveränderlichen Stromverbrauchern verwendet werden, sind schon seit langem eine Reihe guter und zweckmäßiger Typen auf den Markt gebracht worden, die den an sie gestellten Anforderungen in vielen Fällen genügen. Aber trotz der reichhaltigen Auswahl und der Vorteile, die die einzelnen Typen für bestimmte Verwendungszwecke bieten, besaßen sie doch mancherlei Nachteile, so daß genügend Veranlassung vorlag, eine Leitung zu schaffen, welche die Bedürfnisse eines größeren Verwendungsbereichs einheitlich befriedigt. Die Anforderungen, die an solche Leitung zu stellen waren, kann man kurz dahin zusammenfassen, daß sie einen möglichst hohen elektrischen Sicherheitsgrad bietet, mechanischen Beanspruchungen, gleichviel welcher Art, hohen Widerstand entgegensetzt, große Festigkeit bei auftretender Zug- und Biegungsbeanspruchung aufweist, wasserdicht sein und sich leicht reinigen lassen muß, so daß sie sich sowohl für trockene, als auch für nasse, schmutzige und rauhe Betriebe eignet.

Eine derartige Leitung stellt die Gummischlauchleitung der SSW dar. Das Wesentliche bei diesen Leitungen besteht darin, daß die Verseilungslücken bei den Mehrfachleitungen durch Gummi ausgefüllt werden, wodurch die einzelnen Adern ohne Luftzwischenraum in Gummi eingebettet sind. Um ihre Ausfüllung herum ist bei den NLH- und NMH[1]-Leitungen noch ein gemeinsamer Gummimantel angebracht und bei den für rauhe Betriebe gedachten NLH[2]-Leitungen noch ein zweiter Mantel mit dazwischenliegendem starken Baumwollband (Bild 1–4).

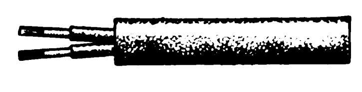


Bild 1. NLH 2 × 0,75 (Leichte Ausführung).

Bei den Gummischlauchleitungen ist ferner neu, daß man auf die bisher gebräuchliche Schutzbeflechtung aus Baumwolle, gekienteerter Hanfkordel oder Metallbewehrung ganz verzichtet und sich die Zähigkeit und Haltbarkeit des vulkanisierten Gummis zunutze gemacht hat. Die guten Erfahrungen mit den nackten Laufdecken der Autoreifen oder den Vollgummireifen von Lastkraftwagen beweisen, daß der vulkanisierte Gummi diese Eigenschaften in erheblichem Maße besitzt. Es wäre widersinnig, wollte man über den nackten Mantel der Gummischlauchleitung noch einen besonderen Schutz herumlegen von erheblich geringerer Haltbarkeit als der Gummimantel selbst. Wenn auch das Modell NLHG (Bild 2) eine Glanzgarnbeflechtung aufweist, so dient diese nicht als mechanische Schutzhülle, sondern nur dazu, um der Leitung bei Verwendung als Zimmerschnur ein gefälligeres, den Wohnräumen besser angepaßtes Aussehen zu geben.

Die Leitungen mit Baumwoll- oder Hanfkordelbeflechtung haben dort, wo sie stark beansprucht werden, den Nachteil, daß die äußere Schutzhülle bei häufigerem Schleifen über dem Erdboden in verhältnismäßig kurzer Zeit verschleißt und das Geflecht beim Ziehen über scharfe Ecken, was beispielsweise in Eisenkonstruktionswerkstätten und Kesselschmieden unvermeidlich ist, leicht aufreißt. Ferner ist zu beachten, daß sich solche Leitungen, zu deren Aufbau überwiegend hygroskopische Stoffe verwendet werden, für nasse, schmutzige Räume und auch im Freien durchaus nicht eignen, weil sie die Feuchtigkeit begierig aufsaugen und Schmutz, Schmieröl u. dgl. sich in den Maschen des Geflechts leicht festsetzen. In chemischen Betrieben

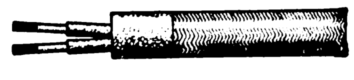


Bild 2. NLHG 2 × 0,75 (Leichte Ausführung mit Glanzgarnumflechtung).

[1]) Die neue Bezeichnung NMH umfaßt die bisherigen Typen LHZ und VHZ.

[2]) Die neue Bezeichnung NLH entspricht der bisherigen Type SHZ.

Digitized by Google

führen diese nachteiligen Eigenschaften zu erheblich schnellerem Verschleiß, weil die angreifenden Flüssigkeiten ihre zerstörende Wirkung auch dann fortsetzen, wenn die Leitung außer Gebrauch ist.

In chemischen Betrieben, Bleichanlagen, Brauereien usw. kann man beobachten, daß Handlampenleitungen benutzt werden, deren äußere Hülle zumeist nur aus Hanf und Baumwolle bestehen. Daß eine solche Leitung unter den gegebenen Verhältnissen nur eine kurze Lebensdauer haben kann, dürfte ohne weiteres einleuchten, und es sollte daher viel mehr Wert darauf gelegt werden, daß eine sorgfältigere Prüfung der jeweils in Betracht kommenden Leitungsmodelle vorgenommen wird.

Um die Haltbarkeit der beweglichen Leitungen gegen mechanische Einwirkungen zu erhöhen, werden Leitungen auf den Markt gebracht, die äußerlich noch mit einem einfachen bzw. doppelten Metallbandpanzer versehen sind. Eine solche Leitung erweckt zunächst den Anschein, als habe sie den bisherigen Leitungen gegenüber erhebliche Vorteile. Die Erfahrung hat aber gelehrt, daß das größtenteils aus verzinktem Eisen bestehende Metallband mit der Zeit rostet, und dort um so eher, wo der Boden mit irgendwelchen Säuren, Laugen oder Salzen getränkt ist. Ferner besteht die Möglichkeit, daß Feuchtigkeit oder schädliche Flüssigkeiten unter die Bandpanzer eindringen. Ein Austrocknen ist dann weit schwieriger als bei den hanfumsponnenen Leitungen. Einen genügenden mechanischen Schutz bieten sie auch nicht in allen Fällen, da die Panzerung bei Quetschungen, Darauftreten, Überfahren oder beim Herauffallen von schweren Gegenständen eingedrückt wird und hierbei leicht mit den Kupferadern in Verbindung kommt, wodurch der äußere Mantel der Leitung der ganzen Länge nach unter Strom gesetzt wird. Das gleiche gilt von den bekannten Panzeraderleitungen, deren Schutz aus einer Beflechtung von verzinkten Eisendrähten besteht.

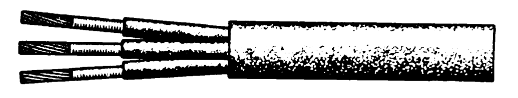


Bild 3. NMH 3 × 1,5 (Mittlere Ausführung).

Diese sind ausschließlich für feste Verlegung bestimmt. Sie werden aber trotz dieser, seitens des V. D. E. gemachten Einschränkung häufig noch zum Anschluß ortsveränderlicher Stromverbraucher verwendet. Für derartige Zwecke sind diese Leitungen noch viel ungeeigneter, da das feine Drahtgeflecht der rauhen Behandlung nicht standhält. Die feinen Drähtchen brechen und bohren sich leicht in das Innere der Leitung, wodurch dann ebenfalls der äußere Mantel unter Strom steht. Man sollte daher metallbewehrte Leitungen nach Möglichkeit als bewegliche Leitung vermeiden.

Da die bewegliche Zuleitung im Gesamtorganismus des elektrischen Stromverbrauchers ein so außerordentlich wichtiges Bindeglied darstellt und die meisten Störungen auf die Zuleitungen zurückzuführen sind, so wird es verständlich, daß man bestrebt war, eine neue Leitung zu schaffen, die die anfangs erwähnten Eigenschaften hat.

Diese Lösung dürfte mit den neuen Gummischlauchleitungen gefunden sein.

Die Schlauchleitungen werden, wie Bild 1 bis 4 zeigen, von den SSW je nach dem Verwendungszweck in vier verschiedenen Ausführungen hergestellt.

Die leichte Type NLH (ohne Umflechtung) und NLHG (mit Glanzgarnbeflechtung) sollen in erster Linie zum Anschluß von leichten Zimmergeräten mit geringerem Stromverbrauch dienen, wie z. B. Stehlampen, Bügeleisen, Wasserkocher, Heizapparate, Tisch-Ventilatoren, Staubsauger, Nähmaschinen-Motoren usw. Der Vorzug dieser Leitungen gegenüber den bekannten Gummiader-Schnüren (von den leider viel verwendeten Fassungsadern ganz zu schweigen) liegt im wesentlichen darin, daß sie in elektrischer Beziehung erheblich wertvoller sind, weil die einzelnen Gummiadern in einem aus sehr gutem Gummi hergestellten Mantel eingebettet sind. Ferner haben sie den Vorteil, daß sie nicht zu Schlingen- und Kinkenbildungen neigen, durch die häufig Aderbruch und Kurzschluß herbeigeführt werden. Bei den Gummischlauchleitungen ist dies, selbst bei ganz unsachgemäßer Behandlung, nicht zu befürchten, und sie bieten auch gegen sonstige mechanische Beanspruchungen durch Darauftreten usw. einen ganz anderen Widerstand als die Gummiader-Schnur. Dazu kommt noch, daß die Gummischlauchleitungen auch gegen Feuchtigkeit, womit sie in Küchen und Wirtschaftsräumen



Bild 4. NSH 3 × 1,5 (Starke Ausführung).

Digitized by Google

in Berührung kommen können, ganz unempfindlich sind.

In der Ausführung mit Glanzgarnbeflechtung sind sie auch für den Anschluß von Apparaten in Luxusausführung ohne weiteres verwendbar. Die Leitungstypen NLH bzw. NLHG, die nur in dem Querschnitt 0,75 mm² ausgeführt werden, sind bei den in Frage kommenden niedrigen Stromstärken als vollkommen ausreichend anzusehen.

Das Modell NMH (mittlere Ausführung) ist besonders für Verwendung in Werkstätten, feuchten Betrieben und chemischen Fabriken gedacht, in denen eine mittlere mechanische Beanspruchung der Leitung in Betracht kommt, wie z. B. bei Handlampen, Bohrmaschinen, kleinen landwirtschaftlichen Maschinen, Gummischlauchpendeln usw. Diese Leitung wird als Zwei-, Drei- und Vierfachleitung in den Querschnitten von 0,75 bis 2,5 mm² ausgeführt.

Die NSH-Leitung (starke Ausführung) mit zwei Gummimänteln und dazwischenliegendem starken Baumwollband kommt in erster Linie für schwere und rauhe Betriebe in Frage, wo besonders hohe mechanische Anforderungen an sie gestellt werden. Sie wird als Zwei-, Drei- und Vierfachleitung in den Querschnitten von 1,5 bis 70 mm² hergestellt. Ihr Verwendungsgebiet ist sehr umfangreich und umfaßt beispielsweise Kesselschmieden, Werkstätten, Kali- und Kohlengruben, landwirtschaftliche Betriebe, chemische Fabriken. Sie werden benutzt u. a. zum Anschluß von größeren Bohrmaschinen, Handlampen für Kesselreinigung, fahrbaren Motoren, Schrämm-Maschinen, Baggern, Lastmagneten usw.

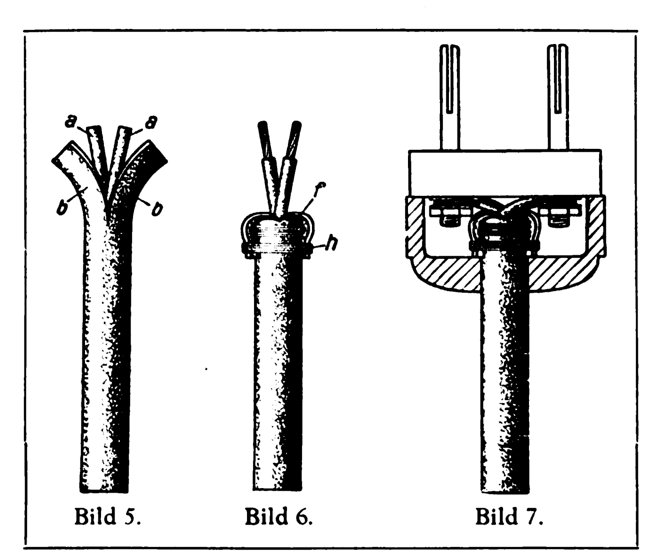


Bild 5—7. Herrichten eines flachen Wulstes.

Im Vergleich zu den im Handel befindlichen Gummischlauchleitungen, die mit längs gerillter Oberfläche versehen sind, werden die Gummischlauchleitungen von den Siemens-Schuckertwerken nur mit glatter Oberfläche hergestellt. Die Rillen auf der Oberfläche haben den Nachteil, daß sich zwischen ihnen Schmutz ansetzt, der, mit Öl vermengt, an dieser Leitung haften bleibt und somit infolge der dauernden Einwirkung des Öls die Haltbarkeit des Gummis herabsetzt. Beim glatten Mantel treten diese Nachteile nicht ein, da seine Oberfläche keine Möglichkeit des Schmutzansatzes gestattet.

Außer der vielseitigen Verwendungsmöglichkeit bieten die Gummischlauchleitungen den weiteren Vorzug einer durchaus einwandfreien Montage in Verbindung mit den von den SSW für diese Zwecke besonders konstruierten Steckern und Geräten, deren Ausführung es gestattet, die Leitungsadern am Ende vollständig vom Zug zu entlasten.

Die Bestrebungen einer zweckmäßigen Montage laufen gemäß den neuesten Vorschriften des V. D. E. darauf hinaus, die Kupferadern der Leitungen an den Anschlußstellen vom Zug zu entlasten und die Leitungen nach Möglichkeit auch gegen Verdrehung innerhalb der Stecker zu schützen. Diese Forderungen lassen sich durch Bildung eines Wulstes an den Leitungsenden unter Aufwendung geringer Mühe bei der Gummischlauchleitung leicht erfüllen, was sich mit einer anderen Leitungsart in so vollendeter Weise wohl kaum erreichen läßt.

Für das Herrichten der Leitungsenden sind von den Siemens-Schuckertwerken verschiedene Zurichtungsarten zum Patent angemeldet worden, die je nach Beschaffenheit der Stecker und Geräte die Herstellung eines schmalen oder runden Wulstes gestatten. Bei den Gummischlauchleitungen wird der schmale Wulst in der Weise gebildet, daß man das Leitungsende spaltet, die in der Leitung befindlichen Adern a vom Mantel b loslöst (Bild 5), die beiden Mantelhälften herumlegt und eine Über- und eine Unterbindung f, h vornimmt, wodurch der Wulst (Bild 6) erreicht wird.

Bild 7 zeigt, wie das fertig hergerichtete Leitungsende mit den herumgelegten Mantelhälften in der Anschlußkammer des Steckers Platz findet. Die von den beiden Mantelhälften gebildeten seitlichen Ansätze entlasten die Enden der Anschluß-

Digitized by Google

adern vom Zug und schützen sie (durch das feste Anliegen der flachen Seiten) gleichzeitig gegen Verdrehung.

Für Stecker, Fassungen, Handlampen, Pendeldosen usw. mit runder Anschlußkammer empfiehlt sich die Herstellung eines runden Wulstes, da mit dieser Art Wulstbildung eine durchaus einwandfreie Entlastung der anzuschließenden Kupferadern erreicht wird.

Auch hier wird, wie im Bild 5 gezeigt, die Leitung am Ende gespalten, die in der Leitung befindlichen Adern werden vom Mantel losgelöst, die Mantelhälften i rückwärts herumgelegt und um die Gummiadern herum ein ringartiger Wulst k von gewünschter Stärke (Bild 8) gewickelt. Die beiden Mantelhälften i werden in ihre ursprüngliche Lage gebracht (Bild 9) und oberhalb des Wulstes m noch eine Abbindung l vorgenommen. Die über dieser Abbindung verbleibenden Mantelreste werden alsdann entfernt. Der so fertig hergerichtete Wulst (Bild 10) wird zum Schutze gegen Einschneiden mit Isolierband umwickelt, oder es kann ein Ring n aus Leder, Gummi oder Pappe dahintergelegt werden.

Bild 11 läßt den Sitz im Stecker erkennen. Die Zugbelastung wird vom Wulst r aufgenommen, und wenn dieser, der Anschlußkammer p entsprechend, genügend groß gemacht wird, so genügt mäßiges Anziehen des Steckerunterteils s mittels der Schrauben gegen das Oberteil o, um durch die Pressung des Wulstes in der Kammer p eine Verdrehung zu verhindern.

Die blanken Adern werden in der üblichen Weise nach vorheriger Verzinnung der Kupferlitzen an die Klemmen angeschlossen.

Die Gummischlauchleitungen lassen sich auch auf einfache Weise leicht ausbessern. Diese Möglichkeit ist sowohl in elektrischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht von besonderer Wichtigkeit, da Beschädigungen besonders der äußeren Hülle eintreten können, die auch bei der besten Leitung und trotz aller Vorsorge unvermeidlich sind.

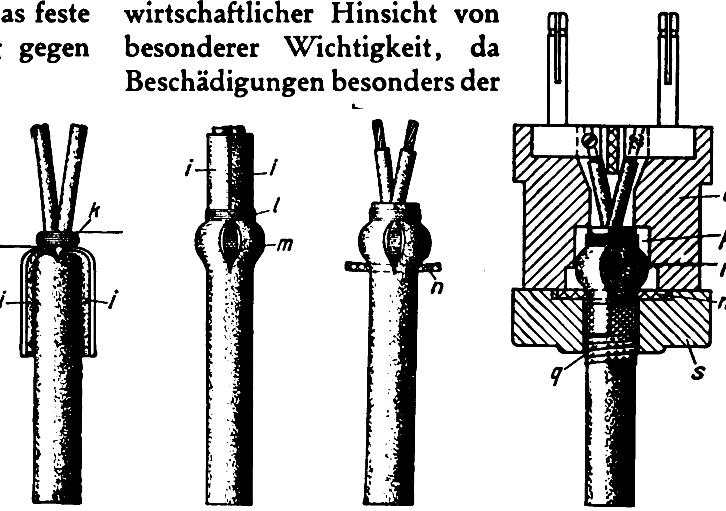


Bild 8. Bild 9. Bild 10. Bild 11.

Bild 8—11. Herrichten eines runden Wulstes.

Bei den bisherigen Leitungen mit Hanfkordelbeflechtung kann eine oberflächliche Ausbesserung an Ort und Stelle nur in der Weise vorgenommen werden, daß man die schadhaft gewordene Beflechtung abbindet und sie mit Isolierband umgibt oder stärkere Leitungen an solchen Stellen in Segeltuch oder Leder einnäht. Eine solche Art der Ausbesserung wird stets als eine kranke Stelle in der Leitung bezeichnet werden müssen, die beim weiteren Gebrauch der Leitung immer wieder zu Klagen Veranlassung geben wird.

Bei den Gummischlauchleitungen ist man bei Anwendung verschiedener von den SSW ausgearbeiteter Verfahren unter Verwendung eigens hierfür präparierter Gummibänder in der Lage, durchaus einwandfreie Ausbesserungen an der Leitung auch dann vorzunehmen, wenn die Beschädigungen bis zum völligen Leiterbruch geführt haben.

Selbsttätige Fernsprechvermittlung

Mitgeteilt von der Lit. Abt. in Verbindung mit der Abt. für Vielfach-Selbstanschlußanlagen der S. & H. A.-G.

Die selbsttätige Fernsprechvermittlung hat sich in den letzten Jahren immer mehr ausgedehnt. Weit stärker noch als die Zahl der öffentlichen Wählerämter nimmt die der Privatanlagen zu. Zurückzuführen ist das auf die großen Vorteile, die das System der selbsttätigen Fernsprechvermittlungs-Einrichtungen seinen Benutzern bietet. Die einfache Bedienung der Fernsprechapparate, die sich auf das Abnehmen des Hörers und das Einstellen der Teilnehmernummer an der am Apparat angebrachten Nummernscheibe beschränkt, das schnelle Herstellen der Verbindung,

Digitized by Google

die sofortige Benachrichtigung, ob die gewählte Nummer frei oder besetzt ist, das ungestörte Gespräch, das schnelle Trennen der Verbindung nach Gesprächsschluß und vor allem die ständige Betriebsbereitschaft, das alles ist so vorteilhaft, daß es des besonderen Vorzuges, auch Betriebskosten zu sparen, kaum bedürfte, eine solche Anlage annehmbarer erscheinen zu lassen als eine ältere, bei der zum Herstellen einer Gesprächsverbindung eine oder mehrere Personen mitwirken müssen.

Der zunehmenden Beachtung, die man in der Öffentlichkeit den selbsttätigen Fernsprechanlagen entgegenbringt, hat die S. & H. A.-G. dadurch Rechnung getragen, daß sie auf ihrem Ausstellungsstand auf der Leipziger Frühjahrsmesse Einrichtungen dafür in einem größeren Umfange zeigt, als sonst üblich ist.

Nicht eine kleine Vorführungseinrichtung, die lediglich die Art der Bedienung und das Arbeiten der selbsttätigen Apparate zeigt, sondern vollständig betriebsfertige Anlagen sind ausgestellt. Die Gelegenheit dazu war besonders günstig, weil es nach der Fertigstellung des selbsttätigen Amtes in Leipzig möglich war, nicht nur Einrichtungen für den Innenverkehr, sondern auch das Zusammenarbeiten solcher Anlagen mit öffentlichen selbsttätigen Ämtern zu zeigen.

Den Mittelpunkt der Ausstellung bildet eine selbsttätige Vermittlungsanlage für Haus- und Postverkehr. Für den Hausverkehr ist sie für 200 Teilnehmeranschlüsse ausgebaut, kann aber auf 1000 Teilnehmer und darüber erweitert werden, ohne daß sich in der Art des Betriebes irgend etwas ändert. Alle angeschlossenen Teilnehmer können ohne Vermittlungspersonen miteinander unmittelbar verkehren, indem der Anrufende mit der Nummernscheibe die (dreistellige) Nummer des verlangten Teilnehmers einstellt. Nur für die vom Fernsprechamt einlaufenden Verbindungen ist eine von Personen bediente Vermittlungsstelle vorgesehen, die ohne Stöpsel und Schnüre arbeitet, da hier alle Verbindungen über Wähler hergestellt werden. Einige Sprechstellen sind gleichzeitig Postnebenstellen, die auch an diese schnurlose Nebenstellenzentrale angeschlossen sind.

Will der Inhaber einer Postnebenstelle über das Amt sprechen, so drückt er an seinem Apparat einen Druckknopf. Dadurch wird er mit einem Wähler der Nebenstellenzentrale verbunden, der selbsttätig eine freie Amtsleitung aussucht. Diese endet auf dem Amt an einem Vorwähler, der sofort mit einem freien Gruppenwähler verbindet. An markanten akustischen Signalen im Hörer erkennt der Teilnehmer, ob er mit einer freien Amtsleitung verbunden ist oder ob die Amtsleitungen sämtlich besetzt sind. Hat er die freie Amtsleitung erhalten, so kann er mit seiner Nummernscheibe sofort den gewünschten Teilnehmer im Ortsnetz oder, wenn erforderlich, das Fernamt anrufen. Anrufe von außerhalb gelangen an die Nebenstellenzentrale, wo sie durch einen einfachen Handgriff ebenfalls wieder über Wähler an die richtige Stelle geleitet werden. Wichtig hierbei ist, daß die Auflösung der Verbindungen, sowohl der abgehenden als auch der ankommenden, stets selbsttätig erfolgt, wodurch die Bedienungsperson für den Postverkehr weitestgehend entlastet ist und dem Teilnehmer eine große Beschleunigung des Verkehrs gewährleistet wird.

Ist während eines über das Amt geführten Gespräches eine Rückfrage im Hausnetz erforderlich, so kann man diese erledigen, ohne daß die bestehende Amtsverbindung getrennt zu werden braucht. Man behält den Hörer in der Hand, drückt eine Rückfragetaste an seinem Apparat und ruft den Teilnehmer mit Hilfe der Nummernscheibe an. Durch erneutes Drücken der Amtstaste hebt man nach beendeter Rückfrage die Hausverbindung auf und kann das Gespräch über die Amtsleitung fortsetzen.

Das Wählen des verlangten Teilnehmers durch die Nummernscheibe ist so einfach, daß jemand, der es einmal kennengelernt hat, es nicht mehr vermissen möchte.

Wo bisher Direktoren und andere leitende oder bevorzugte Personen gewohnt waren, sich die Verbindungen durch Hilfskräfte herstellen zu lassen, kann dieser Gewohnheit auch bei selbsttätigen Fernsprechvermittlungsanlagen Rechnung getragen werden. Für solche Teilnehmer wird dann eine sogenannte Sekretärstation eingerichtet (Bild 1), die von einer Vermittlungsperson bedient wird. Die Sprechstellen der Direktoren erhalten in diesem Fall eine Zusatzeinrichtung, die im Sockel der Station untergebracht wird.

Will ein Direktor einen Teilnehmer im Hausnetz sprechen oder ein Amtsgespräch führen, so nimmt er den Fernhörer von der Gabel. Der Sekretär erkennt an dem Aufleuchten von Glüh-

Digitized by Google

lampen oder durch akustische Signale den Anruf des Direktors, fragt ab und stellt mit Hilfe seiner Nummernscheibe die verlangte Verbindung her. Der Direktor kann aber auch ohne die Vermittlung des Sekretärs jede Verbindung selbst herstellen, wenn er einen Hebel an seinem Apparat umlegt und dann wählt.

Alle für den Direktor bestimmten Anrufe gelangen zunächst an die Sekretärstation. Der Sekretär nimmt den Wunsch des Anrufenden entgegen und erteilt entsprechend den ihm gegebenen Anweisungen Auskunft, verweist an bestimmte Dienststellen, holt Anweisungen vom Direktor ein oder stellt mit diesem die Verbindung her. Anrufe und Verbindungen werden an der Sekretärstation durch Glühlampensignale überwacht.

In manchen Fällen ist es erwünscht, darüber wachen zu können, daß die Amtsleitungen einer Nebenstellenzentrale nicht durch außergeschäftliche Gespräche unnötig belastet werden. Manchmal wiederum ist es wichtig, daß die Geschäftsleitung jederzeit die Amtsgespräche überwachen kann, um gegebenenfalls in das Gespräch eingreifen zu können. Wo dies nötig ist, kann man eine Mithöreinrichtung aufstellen, an der während jeder Verbindung mit dem Amt eine Glühlampe leuchtet. Drückt der Direktor einen Knopf neben der leuchtenden Lampe, so kann er mit seinem Hörer das über die betreffende Leitung geführte Gespräch mitanhören und mitsprechen.

Die Betriebsspannung bei größeren selbsttätigen Privatanlagen beträgt wie die der Selbstanschlußämter 60 V. Bei kleineren Anlagen mit kurzen Teilnehmerleitungen kommt man mit einer niedrigen Betriebsspannung aus, wodurch man bei der Beschaffung der Stromlieferungsanlage spart. Als Beispiel hierfür ist auf der Messe eine nur für den Innenverkehr bestimmte Anlage für 24 V Betriebsspannung ausgestellt.

Bei Anlagen mit nicht mehr als 23 Teilnehmern kann man, um auch hier eine Wirtschaftlichkeit zu erreichen, an Stelle der großautomatischen Anlagen sogenannte Kleinautomaten verwenden. Die Stationen der neuen Kleinautomatenanlagen von Siemens & Halske unterscheiden sich weder in Ausführung noch Betrieb von denen der großautomatischen. Sie haben ebenfalls eine mit 10 Grifflöchern versehene Nummernscheibe zum Einstellen der Teilnehmernummer. Die als Postnebenstellen benutzten Stationen sind mit Amts- und Rückfragetaste ausgerüstet. Vereinfacht sind dagegen die Wählereinrichtungen. Die Wähler und die dazugehörigen Relais und Hilfseinrichtungen für eine Kleinautomatenanlage finden in einem Wandschrank von mäßiger Größe Raum, wie die ausgestellte Anlage zeigt.

Es würde zu weit führen, an dieser Stelle über die Möglichkeiten in der automatischen Telephonie erschöpfend zu berichten. Es sei nur erwähnt, daß sich Siemens-Selbstwähleranlagen allen Erfordernissen für die verschiedenartigsten industriellen und gewerblichen Betriebe anpassen lassen. Viele ausgeführte Anlagen erbringen den Beweis dafür, daß die automatische Telephonie auch die größten Schwierigkeiten auf dem Gebiete des Fernsprechwesens in wirklich allen Forderungen gerecht werdender Weise überwunden hat.

Bemerkenswert ist noch, daß die S. & H. A.-G. für besonders große Nebenstellenanlagen ein Selbstwählersystem entwickelt hat, das unbegrenzt ausbaufähig ist. Es ist zunächst bei vielen Eisenbahnverwaltungen mit großem Erfolg angewandt worden. Mit dieser Einrichtung ist in denkbar

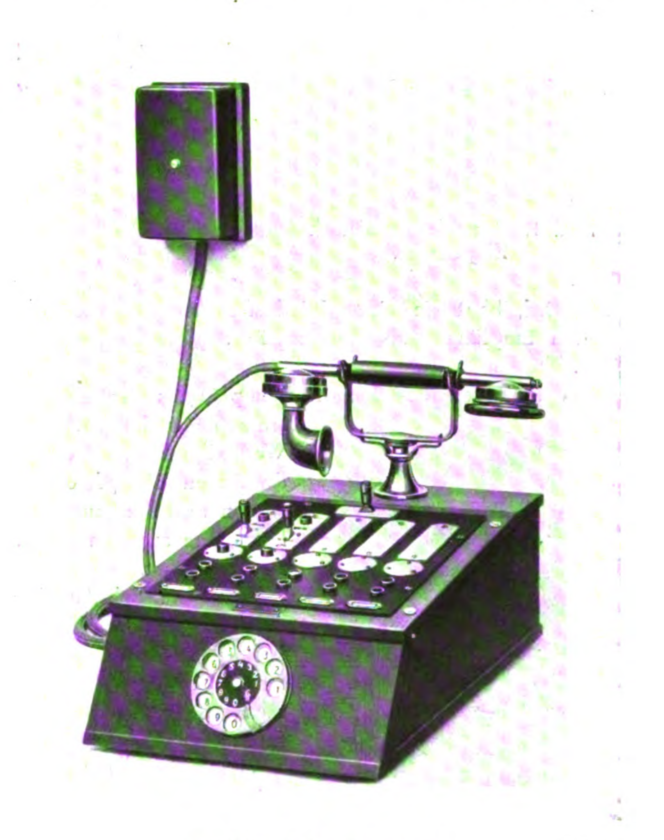


Bild 1. Sekretärstation.

Digitized by Google

weitestgehender Weise der Eigenart der Fernsprechanlagen in Eisenbahnbetrieben Rechnung getragen. Hier, wo außer dem Selbstwählerbetrieb für internen Verkehr die selbsttätigen Verbindungen mit bahneigenen Fernleitungen, Bezirksleitungen und Bahnstellen für den eisenbahndienstlichen Fernsprechverkehr in Betracht kommen, gewährleistet der selbsttätige Wählerbetrieb eine außerordentliche Verkehrsbeschleunigung und Betriebssicherheit. Dieses System wird in Zukunft auch für große Nebenstellenanlagen anderer Betriebe, wie z. B. Bankhäuser usw., benutzt werden. Ein schnurloser Vermittlungsschrank dieses Systems wird auf der diesjährigen Messe gezeigt.

KLEINE MITTEILUNGEN

Rundfunk.

Seit Beginn dieses Jahres hat die Siemens & Halske A.-G. auch den Vertrieb von Rundfunk-Empfängern aufgenommen, nachdem sie schon seit langem Gelegenheit hatte, diese Geräte in vollkommener Form herzustellen und an ihrer Entwicklung teilzunehmen. Sie baut einen Einrohrempfänger, mit dem man auf mittlere Entfernungen alle Rundfunk-Mitteilungen durch eine Anzahl von Kopfhörern aufnehmen kann.



Bild 1. Einrohr-Rundfunk-Empfänger.

Für größere Entfernungen oder für Empfang mittels Lautsprecher, der von der S. & H. A.-G. in besonderer Güte hergestellt wird, baut sie einen Niederfrequenzverstärker, der an den Empfänger als Zusatzgerät angeschaltet werden kann.

Das Bedienen des Rundfunkempfängers ist überaus einfach, da lediglich die Wellenlänge an einem drehbaren Knopf einzustellen und die Lautstärke mit einem anderen Knopf zu ändern ist.



Bild 2. Zweirohr-Verstärker zum Rundfunk-Empfänger

Sämtliche Schutzrechte der Telefunken-Gesellschaft auf diesem Gebiete stehen der S. & H. A.-G. neben ihren eigenen zur Verfügung.

Der Apparat entspricht den Vorschriften der Reichspostverwaltung.

Auf der Leipziger Frühjahrsmesse stellt die Siemens & Halske A.-G. einen Empfangsapparat (Bild 1), Verstärker (Bild 2), Kopffernhörer und Lautsprecher mit dem nötigen Zubehör aus.

Das neue „Siemens"-Bügeleisen.

Mitgeteilt von der Siemens-Elektrowärme-Gesellschaft, Sörnewitz bei Meißen.

Jahrelange Erfahrungen im Bügeleisenbau ermöglichten es, ein neues Modell herauszugeben, bei dem die Mängel älterer Konstruktionen vermieden werden. Die äußere Form und der innere Aufbau wurden nach vollkommen neuen Gesichtspunkten gestaltet. Während die Bügelfläche der alten Eisen nach vorn ziemlich stumpf verlief, sind die neuen mit einer schlanken Spitze versehen, wodurch das Bügeln von feiner Wäsche erleichtert wird. Wie Bild 1 zeigt, ist das fein vernickelte Eisen als Haubeneisen ausgeführt. Es wird in zwei Größen gebaut, und zwar die eine für 1,5 und 2 kg, die andere für 2,5, 3, 3,5 und 4 kg. Die verschiedenen Gewichtsstufen werden durch Einlage von Gewichtsplatten hergestellt. Sämtliche Eisen älterer Konstruktion haben gußeiserne Sohlen, die an der Bügelfläche stets kleine Poren aufweisen. An diesen Stellen springt bei Gebrauch die Vernicklung ab, und es entstehen scharfe Kanten, durch welche die Wäsche beschädigt wird. Die Sohle des neuen Bügeleisens ist aus Schmiedeeisen hergestellt und vollkommen plan geschliffen. An der Hinterkante ist sie zum Bügeln von Steifwäsche (Glanzbügeln) stark, an der Spitze und an den Seitenkanten schwach abgerundet. Das Eisen hat eine Aufstellvorrichtung, die eine Kraftersparnis für den Bügelnden bedeutet, da das Eisen in den Bügelpausen nicht auf den Untersatz gestellt, sondern nur gekippt zu werden braucht (Bild 2). Auch in wärmetechnischer Hinsicht ergibt sich eine bedeutende Ersparnis, da bei jedem Aufstellen des Eisens auf den Untersatz eine größere Wärmemenge an diesen abgegeben wird. Zum Unterschied gegenüber anderen Erzeugnissen ist die Aufstellvorrichtung mit der Hand leicht abnehmbar, damit auch die Hinterkante zum Bügeln von Steifwäsche verwendet werden kann. Der innere Aufbau ist aus Bild 3 zu ersehen, Bild 4 zeigt das in seine Bestandteile zerlegte Eisen. Auf



Bild 1. Bügeleisen mit Gerätestecker und abgenommener Aufstellvorrichtung.

Digitized by Google



Bild 2. Bügeleisen, Aufstellvorrichtung stehend.

der Sohle liegt durch die Druckplatte das Heizelement angepreßt, das auf neue Weise aus hochwertigem Material hergestellt ist. Auf die Druckplatte werden je nach dem gewünschten Gewicht des Eisens die Gewichtsplatten aufgelegt. Die Haube wird auf die Sohle aufgesetzt und durch die Bolzen gehalten. Während die Eisen älterer Konstruktionen eine mangelhafte Wärmeisolation zwischen Abdeckplatte und Sohle aufweisen, so daß die erzeugte Wärme nicht nur der Sohle, sondern auch den anderen Teilen des Eisens zugeführt wird, befindet sich bei dem neuen Modell zwischen den Gewichts- und Druckplatten einerseits und der Haube anderseits eine wärmeisolierende Luftschicht. Man erreicht dadurch, daß die Sohle zwar heiß wird, die Haube jedoch verhältnismäßig kühl bleibt.

An der Haube befestigt sind die Kontaktstifte, der Schutzkragen, die Kontaktbügel und die zwischen Haube und Kontaktstiften notwendigen Isolationsteile. Bei den älteren Bügeleisen traten auch beim besten Material Brüche der Kontaktstifte auf, da sie beim Bügeln durch seitlichen Zug zu stark beansprucht werden. Ebenso kamen Verschmorungen der Kontaktstifte und Bruch der Anschlußschnur vor. Jetzt sind die Kontaktstifte entsprechend den neuen V. D. E.-Vorschriften massiv und dadurch widerstandsfähiger, die Kontakthülsen des Gerätesteckers federnd ausgebildet. Der Schutzkragen schützt vor Berührung spannungführender Teile und vor übermäßiger Beanspruchung der Kontaktstifte.

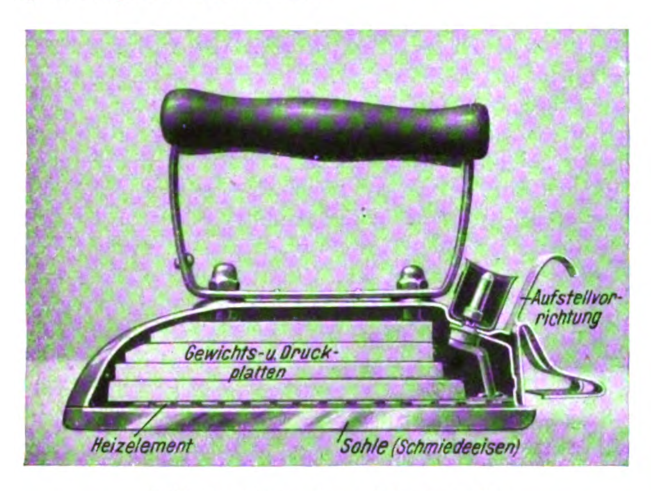


Bild 3. Bügeleisen, Längsschnitt. *TWL*

Eine Verbindung zwischen Haube und Griffstütze ist nur durch die beiden Sohlenbolzen hergestellt. Zwischen Griffstütze und Haube befindet sich eine Luftschicht, die auch hier den Wärmeübergang auf ein Mindestmaß herabdrückt, wodurch die Griffstütze kühl gehalten wird. Ein durchgehender Bolzen verbindet die Stütze mit dem Griff.

Die früher üblichen Anschlußschnüre hatten den Nachteil, daß sie sich stark verdrillten und, wie bereits erwähnt, leicht brachen. Um diese Nachteile zu vermeiden, werden die neuen Geräteanschlußschnüre auch mit leichter, besponnener Gummischlauchleitung geliefert, die sich für diesen Zweck ganz besonders bewährt hat[1]). Der Gerätestecker ermöglicht ein leichtes Anschließen der Kupferadern, die durch eine besondere Einrichtung vom Zug entlastet sind.

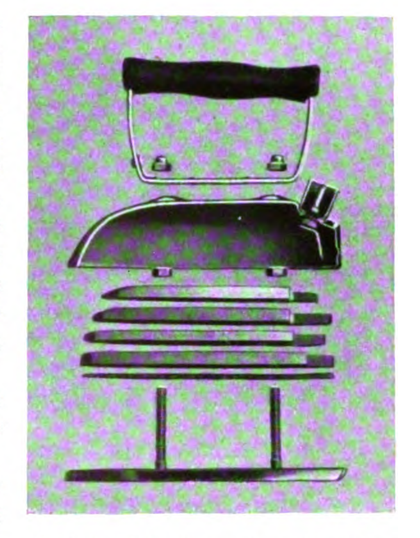


Bild 4. Bügeleisen in seine Teile zerlegt. *TWL*

Jedem Eisen wird ein Garantieschein beigefügt, der aber nur gültig ist, wenn das Eisen in ungeöffnetem Zustand an das Werk zurückgelangt; deshalb ist das Eisen plombiert, um ein unbefugtes Öffnen zu verhindern.

Das Bügeleisen und die Geräteanschlußschnur entsprechen in jeder Beziehung den Verbandsvorschriften[2]).

Neuartiger elektrischer stoßsicherer Heizkörper für Werkstatt und Bahnen[3]).

Mitgeteilt von der Siemens-Elektrowärme-Gesellschaft m. b. H., Sörnewitz b. Meißen.

Infolge der fortschreitenden Nutzbarmachung der Wasserkräfte und der damit verbundenen Verbilligung der elektrischen Arbeit gelangt der elektrische Heizkörper nicht nur in Wohnräumen als Luxusgegenstand, sondern auch in Werkstätten als Gebrauchsgegenstand zur Verwendung. In derartigen Betrieben sowie auf Bahnen sind die Heizkörper Erschütterungen und Stößen ausgesetzt und erfordern daher eine ganz besonders feste und gediegene Bauart. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, hat sich die S.E.G. entschlossen, einen neuen „Heizkörper für Bahnen und rauhe Betriebe" durchzubilden, der in seinem äußeren Aufbau den bewährten Dampfheizkörpern ähnelt (Bild 1) und auch spritzwasser- und staubdicht gebaut ist. Er weist nur glatte Flächen auf, auf denen sich wenig Staub ansammelt, und die jederzeit leicht gereinigt werden können. Die Materialstärken sind so bemessen, daß bei geringstem Gewicht eine völlige Unempfindlichkeit gegen rauhe Beanspruchung durch Erschütterung und Stoß, wie sie in der Werkstatt, im Kran- und Bahnbetrieb, auf Schiffen u. dgl. vorkommt, gewährleistet ist.

Sie werden in fünf Größen, mit und ohne Rippen, geliefert. Die Heizleistung ist bei ein und derselben Größe

[1]) Vgl. auch Seite 50ff. dieses Heftes.
[2]) Näheres siehe Preisliste K 1 d.
[3]) Nähere Angaben siehe Preisliste K2b.

Digitized by Google

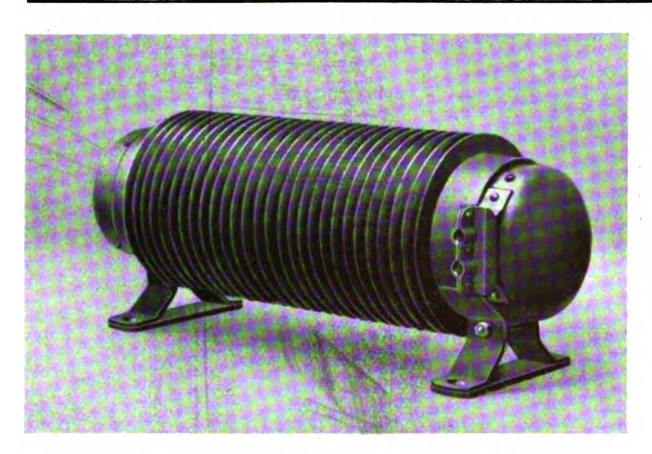


Bild 1. Heizkörper mit Rippen. Äußerer Aufbau.
TWL

dieselbe, die Oberflächentemperatur beträgt bei der Ausführung mit Rippen infolge der bedeutend größeren Oberfläche ungefähr die Hälfte. Da die Höchsttemperatur bei den Heizkörpern ohne Rippen 250° C beträgt, so sind zweckentsprechend Schutzgitter vorzusehen, die eine Berührung verhindern.

Die Heizkörper entsprechen in ihrem inneren Aufbau (Bild 2) vollkommen allen Anforderungen, die nach dem Zweck ihrer Verwendung an sie gestellt werden müssen. Die Heizelemente bestehen aus einem Hartporzellanzylinder, auf dem die Heizdrähte aus hochwertigem Chromnickel aufgewickelt werden. Der Heizkörper ist zwischen federnden Stirnwänden frei gelagert. Infolge der Federung und einer entsprechenden Vorspannung beim Zusammenbau des Körpers wird die Längenänderung zwischen kaltem und betriebswarmem Zustand ausgeglichen, so daß eine Lockerung von irgendwelchen Teilen ausgeschlossen ist. Die Isolation besteht aus hochwertigem Porzellan, das dank seiner Form den auftretenden Stößen mit Sicherheit gewachsen ist.

Die Anschlüsse sind für einadriges Kabel eingerichtet. Durch besondere Sicherung der Schraubverbindungen ist eine Lockerung ausgeschlossen. Die Heizkörper sind



Bild 2. Heizkörper ohne Rippen. Innerer Aufbau. Anschlußseite geöffnet, danebenliegend das Heizelement.
TWL

mit 2 Anschlußklemmen und 1 Erdungsklemme versehen. Letztere ermöglicht die Verlegung einer Erdleitung.

Die Heizelemente können jederzeit ohne Abbau des Heizkörpers leicht ausgewechselt werden, da die Abnahme beider Schutzkappen und das Abklemmen der Zuleitungen genügt.

Der walzenförmige Heizkörper wird durch zwei Schellen getragen, in denen er nach Lösen zweier Schrauben beliebig verdreht werden kann. Es besteht so die Möglichkeit, die Anschlußöffnungen in jede gewünschte Stellung zu bringen, wodurch der Einbau bedeutend erleichtert wird.

Die hochwertige Isolation ermöglicht es, die Heizkörper an Hochspannung anzuschließen, und zwar Größe I bis 300 V, II bis 400 V und die übrigen Größen bis 500 V. Bei Reihenschaltung mehrerer Heizkörper ist Anschluß an Netzspannungen bis 2000 V möglich.

Die Überschlagsspannung beträgt 10 000 V.

Für Bahnen ist auch Nachfrage nach einem Heizkörper mit Wärmespeicherung vorhanden, um eine gleichmäßige Stromentnahme und damit gute Ausnutzung für die Bahnkraftwerke zu erhalten. Es werden also in den Zeiten geringen Energieverbrauches der Bahnmotoren, z. B. bei Aufenthalt in Stationen, Talfahrt und dergl., die Heizkörper durch die Fahrschalter zwangläufig eingeschaltet und die Wärme in ihnen gespeichert, um diese dann während der Zeiten abzugeben, in denen kein Strom für Heizung zur Verfügung steht. Eine derartige Speichereinrichtung läßt sich in den Heizkörper leicht einbauen.

Die neue Feuermeldeanlage der Stadt Königsberg i. Pr.

Mitgeteilt von der Lit. Abt. von Siemens & Halske A. G.[1]).

Die Stadt Königsberg i. Pr. hat vor einiger Zeit eine neue Feuermeldeanlage erhalten, die nach dem Siemens-System I gebaut ist. Über dieses System ist in dieser Zeitschrift schon berichtet[2]). Die Königsberger Anlage ist aus verschiedenen Gründen besonders bemerkenswert; sie dient zur Meldung nicht nur von Feuer, sondern auch von Unfällen, und zwar werden dieselben Leitungsschleifen und dieselben Empfangsapparate zu beiden Zwecken verwendet. Die Hauptwache, bei der vier Meldeschleifen einlaufen, drei Unterwachen mit ebenfalls vier und eine Unterwache mit zwei Meldeschleifen sind so miteinander verbunden, daß von jeder Unterwache eine Doppelleitung bis zur Hauptwache geführt ist; die Enden der Doppelleitungen sind dort zu einem Stromkreis zusammengeschaltet, dessen Betriebsbatterie in der Hauptwache steht. Hier ist außerdem ein Doppel-Morse vorgesehen, der in denselben Stromkreis eingeschaltet ist. Über diesen Stromkreis wird jede Feuer- oder Unfallmeldung, die in einer Unterwache einläuft, selbsttätig nach der Hauptwache übertragen. Ferner ist es möglich, auf der erwähnten Leitung von der Hauptwache nach den Unterwachen und umgekehrt sowie von Unterwache zu Unterwache ohne eine besondere Vermittlungsstelle zu telephonieren und zu telegraphieren. Dieser Nachrichtenverkehr wird aber beim Übertragen einer Feuer- oder Unfallmeldung sofort selbsttätig abge-

[1]) Auf Grund von Unterlagen der Fm.-Abt. des Wernerwerks und der Geschäftsstelle Königsberg.

[2]) R. Bügler, Elektrische Sicherheits- und Zeitdienstanlagen in Fabrikbetrieben, Siemens-Zeitschrift 1921, S. 407, 451.

Digitized by Google



Bild 1. Feuermelder.

schnitten, so daß solche Meldungen unter keinen Umständen durch Telegramme oder Ferngespräche verzögert, unterbrochen oder verstümmelt werden können. Daß die eigentlichen Meldungen selbsttätig und vorzugsweise vor den übrigen, zwischen den Wachen ausgetauschten Nachrichten durch dieselbe Leitung übermittelt werden, ist dadurch möglich gemacht, daß die Zeichengabe bei Feuer- und Unfallmeldungen durch Unterbrechung des Ruhestroms der Anlage zustande kommt, während bei Telephonanruf und beim Telegraphieren von Nachrichten dieser Ruhestrom nur geschwächt wird. Auf jeder Wache ist ein Relais vorgesehen, das auf Stromschwächung anspricht, ferner in den Unterwachen je ein, in der Hauptwache zwei Relais, die nur bei Stromunterbrechung in Tätigkeit treten. Sobald der Anker eines der letztgenannten Relais abfällt, werden mit Hilfe von Vielfachrelais mit Haltevorrichtung in allen Wachen die Telegraphiertasten, Telephonrufschalter und Telephonapparate überbrückt und bleiben es so lange, wie die Meldung dauert. Ein Doppel-Morse in der Hauptwache und der Morse-Apparat der Unterwache, bei der die Meldung aus der Außenschleife einläuft, werden zum Aufzeichnen der Signale freigegeben, die Morse-Apparate der anderen Unterwachen bleiben dagegen ausgeschaltet. Die Vielfachschaltrelais schalten außerdem noch Kontrollampen ein; diese Lampen leuchten in allen Wachen auf, so daß man auf allen Unterwachen erkennen kann, daß die Leitung belegt ist und der Versuch, eine Nachricht abzugeben, zwecklos wäre. In der Hauptwache bewirkt das dortige Vielfachrelais unter anderem auch noch den Zeitstempeldruck für die einlaufende Meldung.

Handelt es sich darum, Nachrichten von einer Wache zur anderen zu geben, so wird, wie schon erwähnt, zum Anruf der Ruhestrom durch Umlegen von Rufschaltern geschwächt, das dann ansprechende Relais schaltet eine Ruflampe ein, die bei Telephonanruf dauernd, beim Telegraphieren periodisch aufleuchtet, worauf die Wachen, die miteinander in Verkehr treten wollen, ihre Fernsprecher oder Morse-Apparate einschalten.

Es sei noch besonders erwähnt, daß die Feuer- und Unfallmeldungen wie bei jeder nach dem Siemens-System gebauten Anlage auch bei Erdschluß oder Leitungsbruch richtig einlaufen. Dieselbe Sicherheitsschaltung ist auch für das Übertragen von Meldungen vorgesehen. Auch wird bei einem Drahtbruch oder Erdschluß im Nachrichten-Stromkreis der Nachrichtenverkehr ungehindert aufrechterhalten. Beim Auftreten eines Drahtbruches im Nachrichten-Stromkreis leuchtet in der Hauptwache eine Kontrollampe so lange auf, bis durch Umlegen des betreffenden Drahtbruchschalters der Ruhestrom zwischen Haupt- und Unterwache unter Benutzung der Erde als Ersatz der gebrochenen Leitung wieder hergestellt ist.

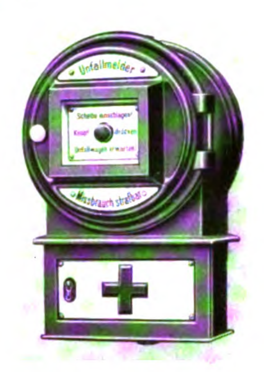


Bild 2. Unfallmelder.

Bei Erdschluß im Nachrichten-Stromkreis leuchtet in der Hauptwache eine besondere Erdschlußlampe auf; indem man die Erdschlußschalter probeweise umlegt, kann man feststellen, welche Schleife Erdschluß hat, so daß der Erdfehler schnell lokalisiert ist. Die Unfallmeldungen unterscheiden sich von den Feuermeldungen durch ein langes Vorzeichen, so daß der Wachhabende in der Zentrale Zeit hat, den Feueralarm zu sperren. Im übrigen arbeiten in den Wachen, bei Unfallmeldungen dieselben Geräte in gleicher Weise wie bei den Feuermeldungen. Die Straßenmelder für Feuer und Unfall sind durch Aufschrift und Form leicht voneinander zu unterscheiden (Bild 1 und 2). Die Feuermelder enthalten in ihrem Gehäuse Rasselwecker, die beim Auslösen des Melders ertönen und die Vorübergehenden aufmerksam machen, so daß bei Mißbrauch eines Melders die Übeltäter zur Rechenschaft gezogen werden können. Bild 3 zeigt die Einrichtung der Hauptwache. Auf den Feuerwachen sind selbsttätige Beleuchtungsschalter vorgesehen, die beim Ein-

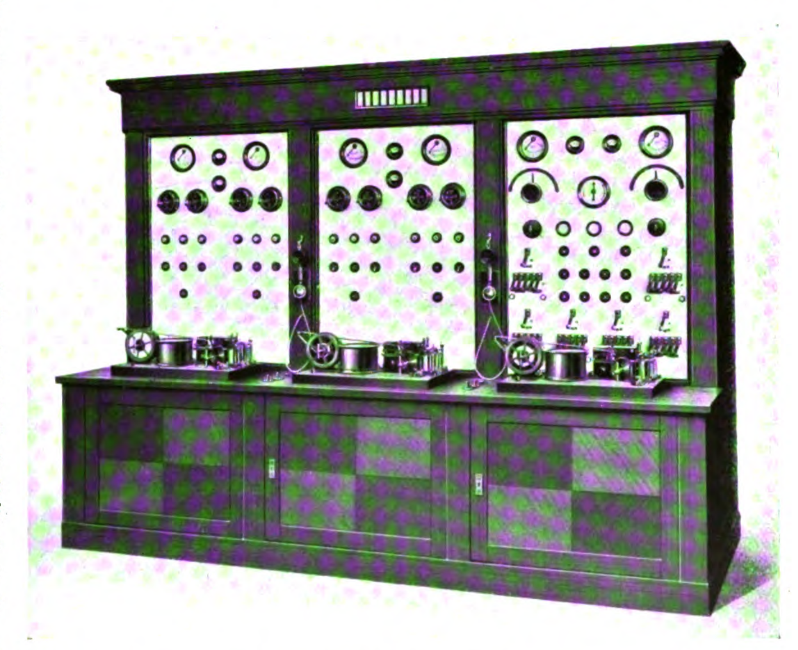


Bild 3. Zentrale für Feuer- und Unfallmeldungen in Königsberg i. Pr.

Digitized by Google

gang einer Feuermeldung nach Eintritt der Dunkelheit die für das Ausrücken der Wehr erforderliche Beleuchtung der verschiedenen Wachräume selbsttätig einschalten.

Gleichzeitig mit der Meldeanlage wurde in Königsberg auch eine elektrische Uhrenanlage eingerichtet. In vier über die innere Stadt verteilten Schleifen liegen die von der Zentrale aus durch eine Hauptuhr nebst Reserveuhr gesteuerten Nebenuhren. Bemerkenswert an der Uhrenanlage ist eine Rückkontrolleinrichtung für die Nebenuhren. Bleibt eine dieser Uhren nach, so wird dies selbsttätig in der Uhrenzentrale angezeigt.

Zentrale einer kombinierten Feuermelde- und Wächterkontrollanlage, sowie einer selbsttätigen Feuermelde- und einer elektrischen Uhrenanlage.

Bild 1 zeigt die Einrichtung einer auf der Leipziger Frühjahrsmesse ausgestellten Zentrale, in der die Überwachungs- und Empfangseinrichtungen für mehrere Fernmeldeanlagen vereinigt sind. Rechts und links der großen Tafel sind die Hauptuhr und die Reserveuhr einer elektrischen Uhrenanlage eingebaut, deren sympathische Nebenuhren auf sechs Leitungsschleifen verteilt sind. Jede Schleife wird durch eine besondere Kontrolluhr überwacht.

Die Kontrolluhren sowie die Relais und Überwachungseinrichtungen für die Uhrenanlage sind auf dem größeren Felde links angeordnet. Auf dem größeren Holzfelde rechts befindet sich der Empfangsapparat für eine vereinigte Wächterkontroll- und Feuermeldeanlage nach dem Typendrucksystem. Das daneben befindliche Schränkchen enthält die Empfangseinrichtungen für eine selbsttätige Feuermeldeanlage. Auf den beiden Marmorfeldern sind die Schalter zum Aufladen und Umschalten der Sammlerbatterien untergebracht, die den Betriebsstrom für die verschiedenen Fernmelde-Einrichtungen sowie für die selbsttätige Fernsprechanlage liefern. Ausgestellt sind ferner ein Arbeitszeitkontrollapparat, verschiedene Nebenuhren, Zeitstempel sowie eine Türverriegelungsanlage.

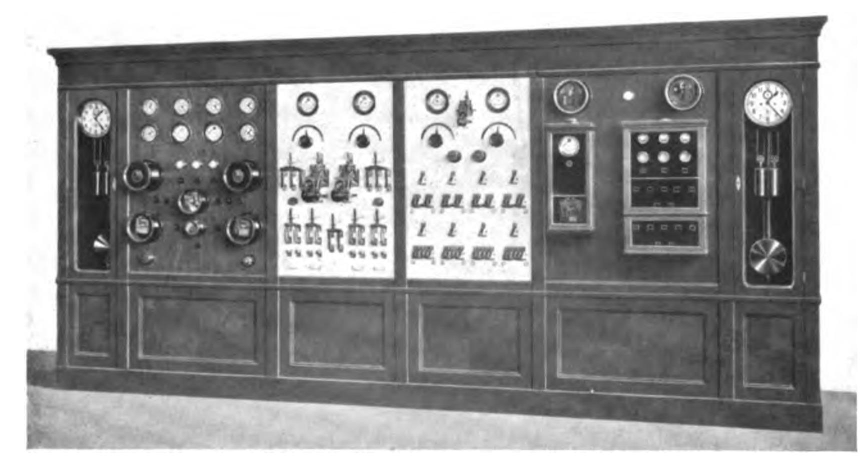


Bild 1. Feuermelde- und Wächterkontrollanlage auf der Leipziger Messe.

Probefernsprechverkehr Hamburg—München.

Am 11. Januar 1924 hielt Herr Geheimrat Dr. Craemer vom Reichspostministerium in Gegenwart von Vertretern der Behörden und der Presse einen Vortrag vor dem Elektrotechnischen Verein München über das Problem des Fernsprechens auf große Entfernungen. Bei dieser Gelegenheit wurde zum erstenmal eine Fernsprechverbindung Hamburg—München über Kabel vorgeführt. Es handelt sich hierbei um eine Vierdrahtverbindung über Kabeladern von 0,9 mm Durchmesser. In acht Punkten, und zwar in Hamburg, Hannover, Magdeburg, Berlin, Bitterfeld, Plauen, Nürnberg und München, war das Kabel mit Verstärkern der Siemens & Halske A.-G. ausgerüstet. Die Verstärkerschaltungen sind so eingerichtet, daß nach einem besonderen, der Firma Siemens & Halske geschützten Verfahren die durch das Kabel bewirkte Verzerrung der Sprache in ihnen wieder aufgehoben wird. In Hamburg war die Vierdrahtleitung mittels einer Gabelschaltung nach Ohnesorge zu einer normalen Zweidrahtverbindung zusammengeschaltet, während in München die beiden Einzelleitungen zu je einem Mikrophon und einem Lautsprecher führten. Die Gesamtlänge der Verbindung betrug 1100 km und stellt damit die größte Entfernung dar, über die jemals in Europa über Fernsprechkabel gesprochen wurde. Die Sprache war in beiden Richtungen klar verständlich und von ausgezeichneter Lautstärke.

Die Vorführungen, die in Wechselgesprächen zwischen Hamburg und München und zum Schluß in dem Vortrag des Deutschland-Liedes von Hamburg aus bestanden, wurden von der Versammlung mit großem Beifall aufgenommen.

Nach einer weiteren Mitteilung des Telegraphentechnischen Reichsamtes ist am nächsten Tag in München eine gleiche Gabelschaltung wie in Hamburg eingeschaltet worden. Dadurch war es möglich, zwischen München und Hamburg von Teilnehmer zu Teilnehmer Gespräche zu führen, die auch sämtlich ohne störende Echowirkung und ohne Verzerrung in derselben Güte wie bei den Versuchen am ersten Tage vonstatten gingen.

Fernsprechleitung Rom—Messina.

Die neue Fernsprech-Freileitung Rom-Messina, die mit Verstärkern betrieben wird, wurde, wie die Zeitschrift »Telefoni e Telegrafi« berichtet, am 13. November 1923 in Anwesenheit des Ministers Di Cesarò dem Verkehr übergeben. Die Leitung ist etwa 850 km lang und besteht aus Bronzedraht von 3 mm Durchmesser. Eingebaut sind zwei von Siemens & Halske gelieferte Doppelrohr-Zwischenverstärker, die in Salerno und Parola aufgestellt sind. Die absolute Dämpfung ist, wie von vornherein in Aussicht genommen war, auf den Wert von etwa 1,7 herabgesetzt worden. Die Sprechverständigung zwischen den an das römische Netz angeschlossenen Teilnehmern und denen des Netzes von Messina ist gut.

Digitized by Google

Das Fernsprechkabel Kopenhagen—Frederikssund.



Bild 1. Kartenskizze.

Im Herbst 1923 wurde die von der Kopenhagener Telephon-Aktiengesellschaft der Siemens & Halske A.-G. in Auftrag gegebene Fernsprechkabelanlage Kopenhagen—Frederikssund der Bestellerin betriebsfertig übergeben.

Das 41,8 km lange Kabel, das ein nach den neuesten Erfahrungen gebautes Pupin-Fernsprechkabel ist, führt von Kopenhagen über Ballerup und Rorbaek nach Frederikssund (Bild 1). In der Landeshauptstadt ist es als blankes Röhrenkabel verlegt, auf dem flachen Land als bandeisenbewehrtes Erdkabel. Das Kabel beginnt in Kopenhagen mit 196 Aderpaaren und endigt mit 75 Aderpaaren in Frederikssund. Die Leiterstärke beträgt 1,2, 1,0 und 0,8 mm. Die 1,2 mm-Paare wurden durchweg nach dem Dieselhorst-Martin-System viererverseilt.

Die Induktivität der 1,2 mm-Sprechkreise wurde durch den neuzeitlichen Erfahrungen entsprechende Pupinspulen in Abständen von je 2,2 km erhöht. An jedem Belastungspunkt erfolgte der erforderliche Nebensprechausgleich durch Einschaltung von Zusatzkondensatoren in besonderen Kondensatormuffen.

Eisenbahnkabel Göteborg—Falköping.

Die Siemens & Halske A.-G. hat von der Königl. schwedischen Eisenbahnverwaltung den Auftrag auf Lieferung und Montage des Bahnkabels längs der zu elektrisierenden Eisenbahnstrecke Göteborg—Falköping erhalten. Die Länge des zu liefernden Kabels beträgt 118 km, die Aderpaarzahl 21. Das Kabel, das mit 1,4 mm und 0,9 mm starken Adern auszurüsten ist, soll dem gesamten Fernsprech-, Telegraphen- und Blockbetrieb für die Eisenbahn dienen und wird nach den neuesten Erfahrungen bezüglich des Schutzes von Schwachstromkabeln gegen Störungen durch elektrische Vollbahnen ausgeführt werden. Es gelang der Siemens & Halske A.-G., den Auftrag auf dieses Kabel zu erhalten, wegen der eingehenden besonderen Erfahrungen, die die Gesellschaft im Bau von Bahnkabeln längs elektrischer Eisenbahnen besitzt.

Von der Elektrifizierung der österreichischen Bundesbahnen.

Die ÖSSW erhielten bis Ende 1923 von der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen, Direktion für Elektrisierung, nachgenannte Aufträge:

a) Die gesamte elektrische Ausrüstung für das Wasserkraftwerk Spullersee (Gefälle 800 m) bei der Station Danöfen der Arlbergbahn. Zunächst kommen zur Aufstellung: 3 mit den Turbinen unmittelbar gekuppelte Einphasen-Generatoren, jeder für eine Dauerleistung von 3000 kVA bei 333 Umdr/min (Spitzenleistung 7500 kVA), 6000/6600 V, $16^2/_3$ Perioden, 3 Transformatoren für die gleiche Leistung mit einem Übersetzungsverhältnis von 6000/50000 bzw. 6600/55000 V und die vollständige Schaltanlage für 6000 und 50000 V; ferner die elektrische Einrichtung für sämtliche Hilfsbetriebe, darunter 2 Umformer von je 200 kW Dauerleistung und 2 Transformatoren von je 150 kVA und 6000/220 V.

b) Die gesamte Schaltanlage (50000/15000 V) für die Unterstation Danöfen.

c) Die gesamte Fahrleitungsanlage der Strecke Telfs—St. Anton, rund 73 km (Vielfachaufhängung mit Hilfstragdraht). Fahrdraht 100 mm^2 und 2 Verstärkungsleitungen von je 50 bzw. 70 mm^2 Querschnitt, Fahrdrahtspannung 15000 V.

d) Die Fahrleitungsanlage durch den Arlbergtunnel von St. Anton bis Langen (10,5 km). Fahrdraht für jedes Geleise 2×65 mm^2 Querschnitt, 15000 V.[1]).

e) Übertragungsleitung über den Arlbergpaß (2000 m über Seehöhe), Bronzeseile 2×95 mm^2, Erdungsseil aus Stahl 50 mm^2, 12 km lang, und die Übertragungsleitung Landeck—St. Anton auf dem Bahngestänge 2×70 mm^2 und 2×50 mm^2 Querschnitt, 50000 V.[1]).

f) Die Fahrleitungsanlage für die 51 km lange Strecke Ebensee—Aussee der Salzkammergutlinie Attnang—Stainach, schwedische Aufhängungsart, Fahrdraht 100 mm^2 und zwei Verstärkungsleitungen von 50 und 95 mm^2 Querschnitt, 15000 V.

Die Stromlieferung für die Salzkammergutlinie erfolgt von dem Wasserkraftwerk Steeg der Firma Stern & Hafferl, von der den ÖSSW hierfür zwei Generatoren von je 4800 kVA Spitzenleistung samt Transformatoren und Schaltanlage in Auftrag gegeben wurden.

g) 20 Güterzugslokomotiven der Type E für einen Achsdruck von 14,5 t und eine Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h. Sämtliche Achsen einer Lokomotive sind untereinander durch Kuppelstangen verbunden. Jede Lokomotive wird mit zwei Stromabnehmern, einem Öltransformator für 900 kVA und drei Einphasen-Kollektormotoren von zusammen 1200 PS Dauerleistung bzw. 1500 PS Stundenleistung ausgerüstet. Jeder Stromabnehmer hat zwei zwangläufig miteinander verbundene Gleitbügel von verschiedener Breite, einen schmalen Bügel für das Befahren des Tunnels und einen breiten für die freie Strecke. Der Transformator und die Triebmotoren werden künstlich gekühlt. Die Regelung der Motoren geschieht durch einen von Hand zu betätigenden Stufenschalter. Die Motoren sind nach Art der Straßenbahnmotoren in die Lokomotive eingebaut; der Antrieb der Achsen geschieht durch Zahnräder beiderseits der Motoren. Das Vakuum für die Wagenzug- und Lokomotivsonderbremse wird durch elektrisch betriebene Luftsaugepumpen erzeugt. Stromabnehmer, Ölschalter, Fahrtwender, Sandstreuer, Pfeife u. dgl. werden durch Luftdruck betätigt; die Auslösung des Haupt- und des Zugheizungsölschalters erfolgt elektromagnetisch, und zwar willkürlich und von Niederspannungsrelais aus.

[1]) Vgl. Siemens-Zeitschrift 1923 S. 206 und 272.


Digitized by Google

h) 4 Schnellzugslokomotiven der Type 1—D—1 mit vier Motoren (Einzelachsenantrieb). Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 90 km/h, die Dauerleistung 1600 PS bzw. die Stundenleistung 2000 PS. Im übrigen wird die elektrische Ausrüstung ähnlich wie bei den Güterzugslokomotiven durchgeführt werden.

Neuartige Stecker.

Die neuen aus festem, hochwertigem Isoliermaterial hergestellten 6 A-Stecker der SSW mit eingepreßten Metallteilen sind so ausgebildet, daß sie einen in der Leitungsumhüllung hergestellten Wulst aufnehmen können. Es wird hierdurch die Umhüllung das Tragmittel, und die eigentliche Leitung bleibt zugentlastet[1]). Ferner sind die Stecker mit Nockenklemmen ausgerüstet, in welche die Zuleitungen nur durch eine breite Kopfschraube eingeklemmt werden, ohne daß es nötig ist, eine Öse zu biegen. Die Klemmen gewährleisten eine sichere Befestigung bei ausreichendem Kontakt; sie vereinigen die Vorzüge der Büchsen-, Maul- und Schraubenklemme, vermeiden aber deren Nachteile.

Elektrischer Nietwärmer.

Bei dem neuen elektrischen Nietwärmer der SSW werden die Nieten auf den zur Verarbeitung notwendigen Erwärmungsgrad dadurch erhitzt, daß sie zwischen zwei Elektroden eingeklemmt werden, die in einem Stromkreis von niedriger Spannung und hoher Stromstärke liegen.



Elektr. Nietwärmer für 2 Nieten.

[1]) Vgl. auch S. 52 dieses Heftes.

Der Apparat ist zur gleichzeitigen Erwärmung von zwei Nieten eingerichtet. Die Bedienung geschieht durch einen Fußhebel. Der Abstand zwischen den Elektroden läßt sich den jeweiligen Nietlängen entsprechend in schneller und bequemer Weise einstellen. Ferner kann der Elektrodendruck durch ein am Fußhebel verschiebbares Gewicht je nach Bedarf beliebig verändert werden.

Die für die Erwärmung der Nieten erforderliche Energiemenge läßt sich entsprechend der jeweiligen Nietstärke und Nietlänge durch einen Walzenschalter auch während des Betriebes einstellen.

Der Deckel des Winkeleisenkastens ist in zweckmäßiger Weise als Nietbehälter mit mehreren Fächern ausgebildet. Der elektrische Nietwärmer wird mit Frischwasser aus einer Wasserleitung gekühlt.

Da der Nietwärmer sich äußerst einfach bedienen und den verschiedenen Nietlängen bequem anpassen läßt, ist in jeder Beziehung ein schnelles, einwandfreies und wirtschaftliches Arbeiten gewährleistet.

Das erste 60 000 V-Kabel in Deutschland.

Das im Netze des Staatl. Elektrizitäts-Amtes Kassel verlegte, von den Siemens-Schuckertwerken hergestellte, verseilte Drehstromkabel von 3×150 mm² ist das erste Kabel, mit dem in Deutschland eine Spannung von 60 000 V übertragen wurde. Das Kabel verbindet das Losse-Kraftwerk mit der Kraftstation Sandershausen, ist 2745 m lang und liegt zu einer Freileitung parallel. Die Übertragungsleistung des Kabels beträgt 30 000 kVA. Für den Transport dieses Kabels mußten besondere Transport- und Verlegungsmittel hergestellt werden.

Schützensteuerung mit Stromwächter.

Schützensteuerungen werden vornehmlich verwendet in rauhen Betrieben mit größerer Schaltzahl, z. B. zum Antrieb von Rollgängen, Hebetischen, Stripperkranen und ähnlichen Arbeitsmaschinen. Ihr Hauptkennzeichen besteht darin, daß das Ein- und Ausschalten des zugehörigen Arbeitsmotors nicht unmittelbar durch Regelung des Hauptstromes geschieht, sondern daß man mittels einer kleinen, leicht zu bedienenden „Meisterwalze" Hilfsapparate ein- und ausschaltet, die ihrerseits die erforderlichen Schaltungen im Motorstromkreis herstellen. Da man mit der Meisterwalze nur Hilfsstrom zu steuern hat, kann man sie auch bei größerer Leistung des Motors sehr klein halten, so daß sie nur wenig Kraft zur Bedienung erfordert.

Diese Bequemlichkeit der Handhabung könnte nun leicht dazu führen, daß die Schaltungen mit einer Schnelligkeit vorgenommen werden, die dem elektrischen Teil der Anlage gefährlich wird. Um dies zu vermeiden, ist der „Stromwächter" vorgesehen, dessen Aufgabe es ist, die Geschwindigkeit des Anlaßvorganges zu überwachen. Durch seine Zwischenschaltung wird es möglich, die Höhe des Einschaltstromes ganz bestimmt zu begrenzen derart, daß der ganze Anlaßvorgang auf die praktisch kürzeste Zeit herabgedrückt wird, wobei der Motor von Stufe zu Stufe mit seinem maximalen Drehmoment anläuft.

Ein besonderer Vorzug der SSW-Schützensteuerung besteht darin, daß für sämtliche Schaltstufen nur ein einziger Stromwächter nötig ist.


Digitized by Google

FRAGEN UND ANTWORTEN

Anfragen aus dem Leserkreis werden hier soweit möglich beantwortet.

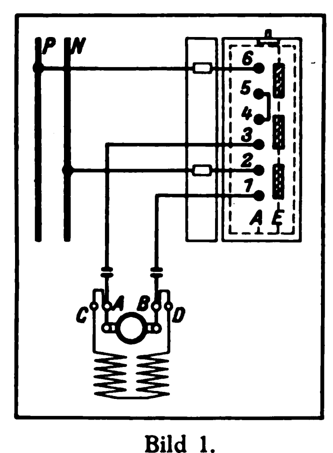


Bild 1. TWL

Frage und Antwort 16: Die Frage, welcher Anlasser zu einem Motor erforderlich ist, läßt sich nicht ohne weiteres beantworten; das hängt von der Größe und dem Verwendungszweck des Motors ab sowie von der Stromart, mit der er betrieben wird. Da derartige Fragen sehr häufig an uns gestellt werden, geben wir nachstehend eine möglichst leicht verständliche

Zusammenstellung der gebräuchlichen Verfahren zum Anlassen eines Elektromotors.

I. Gleichstrommotoren.

Wenn sich ein Gleichstrommotor in Ruhe befindet, so hat er keine gegenelektromotorische Kraft. Wird er an das Netz gelegt, so ist der auftretende Strom (Anlaßspitzenstrom) von der Größe des im Stromkreise liegenden Widerstandes abhängig.

Ist der Strom groß genug, um die Reibungswiderstände und die Last zu überwinden, so beginnt der Motor sich zu drehen und entwickelt eine gegenelektromotorische Kraft. In dem Maße, wie die Drehzahl des Motors wächst, wächst auch die gegenelektromotorische Kraft, und der aufgenommene Strom sinkt bis auf den der Last entsprechenden Wert (Nennstrom). Je nach der Größe des im Ankerstromkreise des Motors befindlichen Widerstandes richtet sich das Anlaßverfahren. Es ist zu unterscheiden:

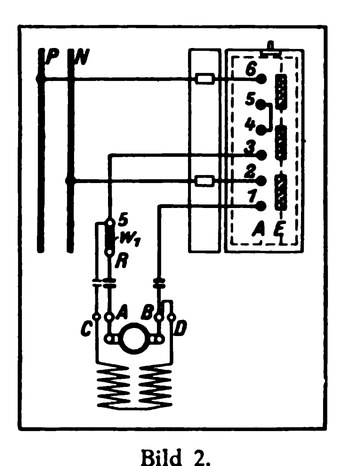


Bild 2. TWL

a) Unmittelbares Einschalten auf das Netz ohne Widerstand. Kleinere Motoren können unmittelbar durch das Einlegen eines Schalters in Betrieb gesetzt werden, und zwar Hauptstrommotoren bis $^1/_6$ PS bei allen Spannungen und auch bei belastetem Anlauf, Nebenschlußmotoren bis etwa 1 PS bei Spannungen bis 220 V und Leeranlauf. Zum Einschalten wird gewöhnlich ein Hebelschalter oder ein Walzenschalter verwendet (Bild 1).

Die Sicherungen sind zu bemessen: bei Hauptstrommotoren für den zweifachen Normalstrom, bei Nebenschlußmotoren für den dreifachen Normalstrom.

Walzenschalter können so gebaut werden, daß der Motor in der Stellung 1 ohne Vorschaltung von Sicherungen unmittelbar an das Netz gelegt wird, und daß in Stellung 2 nach erfolgtem Anlauf betriebsmäßig Sicherungen eingeschaltet werden. In diesem Falle sind die Sicherungen für Normalstrom zu bemessen.

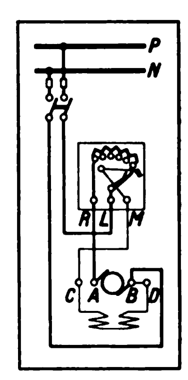
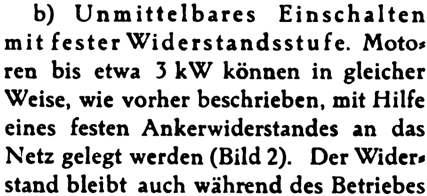


Bild 3. TWL



b) Unmittelbares Einschalten mit fester Widerstandsstufe. Motoren bis etwa 3 kW können in gleicher Weise, wie vorher beschrieben, mit Hilfe eines festen Ankerwiderstandes an das Netz gelegt werden (Bild 2). Der Widerstand bleibt auch während des Betriebes eingeschaltet und vernichtet etwa 15 v. H. der Spannung. Drehzahl und Wirkungsgrad des Motors sinken um denselben Betrag. Voraussetzung für diese Anlaßart bei den größeren Motoren ist, daß die zu beschleunigenden Massen den raschen Anlauf zulassen und der dauernde Energieverlust in Kauf genommen werden kann. Die Sicherungen sind für den 1,5fachen Normalstrom zu bemessen.

c) Einschalten mit Anlasser. Bei größeren Motoren wird auch beim Anlassen mit festem Widerstand, der 15 v. H. Spannung abdrosselt, der dem Netz entnommene Stromstoß zu groß. Man verwendet deshalb einen Anlasser, mit dem man im ersten Augenblick einen größeren Widerstand in den Ankerstromkreis einschaltet, der in dem Maße, wie die Drehzahl steigt, kurz geschlossen wird. Das Schaltbild eines Anlassers für Nebenschlußmotoren zeigt Bild 3, das eines Hauptstrommotors Bild 4. Die Sicherungen sind für Normalstrom zu bemessen.

II. Wechselstrommotoren.

Die Anlaßvorgänge für Drei- und Zweiphasenstrom sind im Grunde dieselben, während für Einphasenstrom besondere Anlaßarten ausgebildet worden sind.

1. Dreiphasen- (Drehstrom) und Zweiphasenstrom.

α) Anlassen von Kurzschlußmotoren.

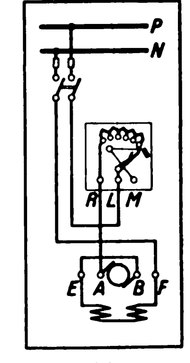


Bild 4. TWL

Der einfachste Wechselstrommotor ist der Kurzschlußmotor, dessen Läufer aus einem Eisenblechpaket besteht, in dessen Nuten die in sich kurz geschlossene Läuferwicklung (Käfigwicklung) eingebaut ist. Für das Anlassen dieser Kurzschlußmotoren kommen vier Anlaßarten in Frage.

a) Unmittelbares Einschalten ohne Anlasser. Wird ein Kurzschlußmotor durch einen Hauptschalter unmittelbar an das Netz gelegt, so tritt als Anlaßstrom etwa der 4,5—6,5 fache Normalstrom auf; der Motor läuft an, und der Strom sinkt auf den der Last entsprechenden Wert ab. Je nach der Größe der Motoren wird das dabei auftretende Anlaufmoment das 2,5—0,5 fache des normalen

Digitized by Google

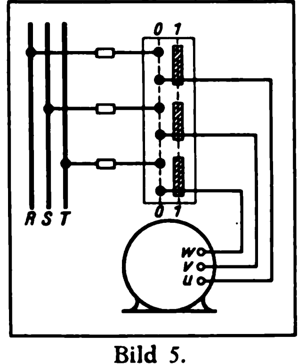


Bild 5.
TWL

betragen, wobei der erste Wert für den kleinsten, der letzte für den größten Motor gilt. Die Sicherungen sind für etwa 2,5 fachen Normalstrom zu bemessen. Zum Einschalten kann ein Hebelschalter oder ein Walzenschalter verwendet werden (Bild 5). Letzterer läßt sich auch so ausbilden, daß in Stellung 1 der Motor unmittelbar an das Netz gelegt wird ohne Vorschaltung von Sicherungen; in Stellung 2 werden ihm nach erfolgtem Anlauf betriebsmäßig Sicherungen vorgeschaltet (Bild 6). In diesem Falle sind die Sicherungen für den Normalstrom zu bemessen.

b) Sterndreieckschalter (nur für Drehstrommotoren). Den hohen Anlaufstrom von Drehstrom-Kurzschlußmotoren kann man dadurch herabdrücken, daß die Ständerwicklung beim Anlaufen in Stern, für den Betrieb aber in Dreieck geschaltet wird. Die hierzu erforderlichen Schalter nennt man Sterndreieckschalter. Die Motoren müssen 6 Klemmen haben und bei der Betriebsspannung in Dreieck geschaltet sein. Man unterscheidet zwei Arten von Sterndreieckschaltern: Gewöhnliche Sterndreieckschalter mit Unterbrechungen. Diese Schalter werden für kleine Leistungen bis etwa 2 kW besonders in solchen Fällen verwendet, in denen das Anlaufmoment gering (bis höchstens 1/3 des normalen) ist. Der Einschaltstrom in der ersten Stellung beträgt das 1,5- bis 2fache, der Stromstoß beim Überschalten von Stern auf Dreieck etwa das 3fache des Normalstroms. Die Sicherungen sind für 2fachen Normalstrom zu bemessen. Den zweiten Stromstoß vermeiden die Sterndreieck-Schutzschalter dadurch, daß das Überschalten von Stern auf Dreieck ohne Unterbrechung erfolgt und so ein Abfallen des Motors infolge Unterbrechung des zugeführten Drehmomentes vermieden wird. Die Schaltung ist in Bild 7 schematisch dargestellt. In der ersten Stellung ist der Motor in Stern geschaltet, in der zweiten werden zu den drei Phasen drei Widerstände parallel geschaltet, und zwar so, daß nach Aufhebung des Knotenpunktes eine Dreieckschaltung entsteht, in der die Widerstände mit den Phasenwicklungen des Motors in Reihe liegen (Stellung 3). Schließlich wird in Stellung 4 durch Kurzschließen der Widerstände die normale Dreieckschaltung und damit die Betriebsstellung erreicht (Bild 8). Bild 9 zeigt die Stromaufnahme des Motors beim Anlassen, wenn dieser in Sternschaltung mit 1/3 Moment belastet ist, für die beiden Arten

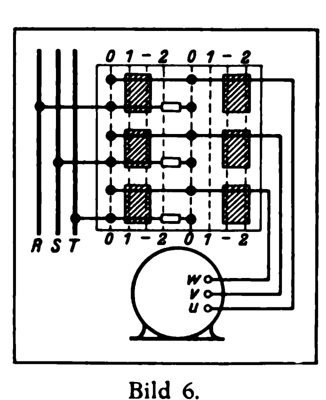
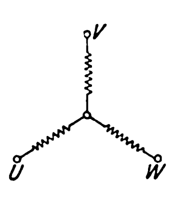
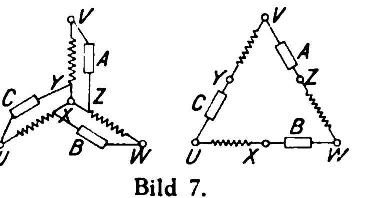


Bild 6.
TWL





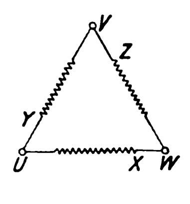


Bild 7.
TWL

von Sterndreieckschaltern[1]). Sterndreieck-Schutzschalter sind für Motoren von 2 kW Leistung an zu empfehlen. Der Spitzenstrom in der ersten Stellung beträgt das 1,5- bis 2fache des normalen Stromes. Bei Übergang in die Dreieckstellung tritt bei etwa 2/3 Anlaufmoment nur der normale Strom auf. Die Sicherungen sind für Normalstrom zu bemessen.

c) Ständeranlasser. Genau wie bei Gleichstrommotoren kann man den Einschaltstromstoß auch durch Einschalten von Widerstand in die vom Netz zum Ständer führenden Leitungen abschwächen. Nun sind aber die Eigenschaften des Wechselstrommotors wesentlich anders als die des Gleichstrommotors, und es wird bei dieser Schaltungsart das vom Motor entwickelte Anlaufdrehmoment bedeutend vermindert. Das entwickelte Drehmoment ist nämlich von dem Quadrat der Klemmenspannung abhängig. Da durch den Vorschaltwiderstand ein Teil der Spannung abgedrosselt wird, kann der Motor sein volles Drehmoment nicht mehr entwickeln und muß daher einen wesentlich höheren Strom aufnehmen, um die Last durchzuziehen; so wird ein Motor, der bei Vollastanlauf den 6,5fachen Normalstrom aufnimmt, für Halblastanlauf den 4,7fachen Normalstrom benötigen. Diese Ständeranlasser vermindern also im allgemeinen nicht den hohen zum Anlauf erforderlichen Strom; sie schützen nur das Netz vor dem plötzlich auftretenden Stromstoß, indem sie den Strom allmählich in mehreren Stufen auf den zum Anlauf erforderlichen Wert steigern. Es ist deshalb von diesen Anlassern abzuraten. Ständeranlasser werden so berechnet, daß der Einschaltstrom etwa das Doppelte des Normalstromes beträgt. Anlaufstrom bei halber Last etwa 3,5—5 facher Normalstrom, bei voller Last etwa 4,5—6,5 facher Normalstrom. Die Sicherungen sind für den 2,5fachen Normalstrom zu bemessen (Schaltung nach Bild 10).

d) Anlaßtransformatoren. Die unter b und c erwähnten hohen Einschaltströme können durch ein Verfahren vermieden werden, das sich für Motoren mit Kurzschlußläufer größerer Leistung, etwa über 30 kW, für Fernanlassen und für gewisse Betriebsarten eignet (z. B. Zentrifugal-Abteufpumpen).

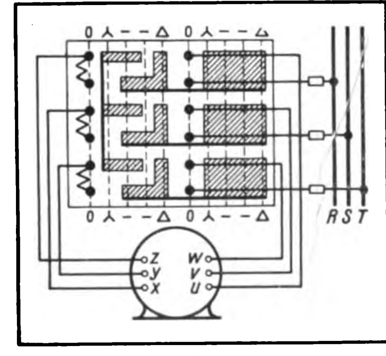


Bild 8.
TWL

[1]) Oszillographische Aufnahmen s. „Siemens Zeitschrift" 1921, Heft 6, Seite 199.

Digitized by Google

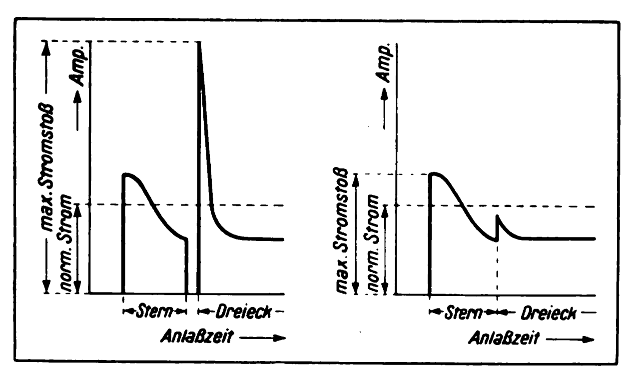


Bild 9. TWL

Man schaltet zwischen Netz und Transformator einen Anlaßtransformator und führt dem Motor aus diesem eine geringe Spannung zu. Erst nach dem Anlauf wird er an die volle Spannung gelegt. Die Spannung der ersten Stufe wird so bemessen, daß sie zum Anlaufen ausreicht; für gewöhnlich genügt eine Anlaßstufe. Zum Umschalten ist ein 6poliger Umschalter nach Bild 11 erforderlich. Auch bei dieser Anlaßart ist Anlauf mit nur geringer (höchstens halber) Last zulässig.

In Betriebsstellung sind Sicherungen zum Schutz des Motors einzubauen. Der beim Anlassen im Netz auftretende Stromstoß beträgt ungefähr das 1—2fache des Normalstromes, während der im Motor auftretende Strom den unter c erwähnten Wert annimmt. Die Sicherungen vom Netz zum Transformator sind für den Normalstrom zu bemessen.

β) Anlassen von Drehstrom- und Zweiphasenstrom-Schleifringmotoren.

Die beim Kurzschlußmotor in sich geschlossene Wicklung des Läufers wird bei dem Schleifringmotor zu drei Schleifringen geführt. Sind die auf den drei Schleifringen laufenden Schleifbürsten nicht miteinander verbunden, so kann der Motor beim Einschalten kein Drehmoment entwickeln. Der Motor bleibt stehen; er wirkt genau wie ein Transformator und erzeugt an den drei Schleifringen eine Spannung, die Läuferspannung, deren Höhe nicht von der Netzspannung, sondern von der Windungszahl der Läuferwicklung abhängig ist. Würden die drei Schleifringe kurzgeschlossen, so würde sich der Motor wie ein kurzgeschlossener Transformator bzw. wie die vorbeschriebenen Kurzschlußmotoren verhalten. Durch Einschalten von Widerstand zwischen die drei Schleifringe kann jedoch der Stromstoß wesentlich gedämpft werden, und es lassen sich hieraus zwei Anlaßarten entwickeln.

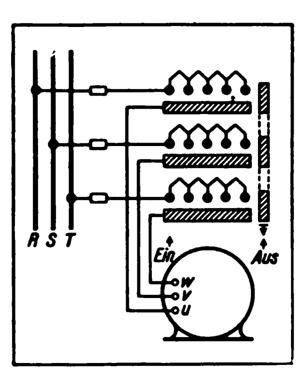


Bild 10. TWL

a) Unmittelbares Einschalten mit festem Widerstand. Wird ein Widerstand zwischen die drei Schleifringe eingeschaltet, der ungefähr 15 v. H. der im Läufer entwickelten Spannung abdrosselt, so tritt im Moment des Einschaltens etwa der 3fache Normalstrom auf, und der Motor läuft an. Entsprechend der im Widerstand abgedrosselten Spannung sinken die Drehzahl und der Wirkungsgrad des Motors um etwa 15 v. H. Dieses Verfahren kann selbst bei Motoren von 5 kW noch verwendet werden, wenn die Ströme für das Netz zugelassen sind. Die Sicherungen sind für etwa 1,5fachen Normalstrom zu bemessen.

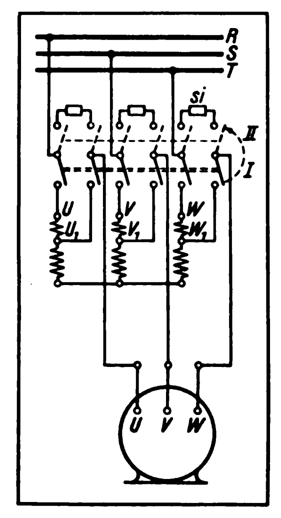


Bild 11. TWL

b) Anlassen mit Läuferanlasser. Wird der Widerstand zwischen den Schleifringen so groß gewählt, daß im Netz der Normalstrom auftritt, so entwickelt der Motor beim Anlauf etwa normales Drehmoment. In dem Maße, wie der Motor anläuft und der Strom abfällt, wird der Widerstand verkleinert, bis er schließlich ganz kurz geschlossen wird. Auf diese Weise geht das Anlassen des Motors unter genau den gleichen Bedingungen vor sich wie bei Gleichstrommotoren nach Bild 12. Mit Hilfe des Anlassers allein kann der Motor nicht stillgesetzt werden, sondern es ist in jedem Falle ein Ständerschalter vorzusehen, der mit dem Anlasser zusammengebaut oder getrennt, mit oder ohne elektrische Verriegelung angeordnet werden kann. Die im Ständerstromkreis liegenden Sicherungen sind für Normalstrom zu bemessen.

c) Anlassen von Kollektormotoren. Kollektormotoren werden ohne Anlaßwiderstand lediglich durch Verstellen der Bürsten von der Nullstellung bis zur Betriebsstellung angelassen. Es ist darauf zu achten, daß der Netzschalter nur eingelegt wird, wenn die Bürsten in der Anlaßstellung stehen. Bürstenbrücke und Netzschalter können zu diesem Zwecke elektrisch verriegelt werden; für letzteren ist dann ein Spannungsrückgangsschalter mit Freiauslösung (gegebenenfalls Überstromauslösung) zu verwenden.

2. Einphasenstrom.

Ebenso wie bei Drehstrom und Zweiphasenstrom gibt es bei Einphasenstrom Induktionsmotoren und Kollektormotoren (Repulsionsmotoren).

α) Induktionsmotoren.

Im Gegensatz zum Drehstrom- und Zweiphasenstrommotor entwickelt der Einphasen-Induktionsmotor beim Anlassen kein nennenswertes Drehmoment. Er darf deshalb nur unbelastet anlaufen und erhält zur Erzeugung des Anlaufmomentes eine besondere Hilfsphase, die beim Anlassen über eine Drosselspule an die Netzleitung angeschlossen wird.

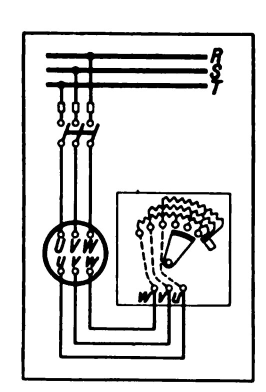


Bild 12. TWL

a) Anlassen mit Anlaßschaltern. Einphasen-Kurzschlußmotoren werden nach Bild 13 mit Hilfe eines drei-

Digitized by Google

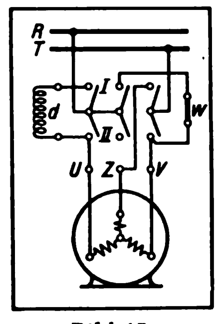


Bild 13. *TWL*

poligen Hebelschalters an das Netz gelegt, durch den in der Anlaßstellung der Hilfswicklung Strom zugeführt wird. Nach dem Anlauf wird in die Betriebsstellung weitergeschaltet und dabei die Hilfsphase wieder geöffnet, oder es wird nach dem Anlauf der Handgriff des als Walze ausgebildeten Schalters losgelassen, worauf die eine Hälfte der Walze stehen bleibt, während die andere mit dem Griff verbundene Hälfte zurückgeht und die Hilfsphase abschaltet. Die Sicherungen sind für den 1,5fachen Normalstrom zu bemessen.

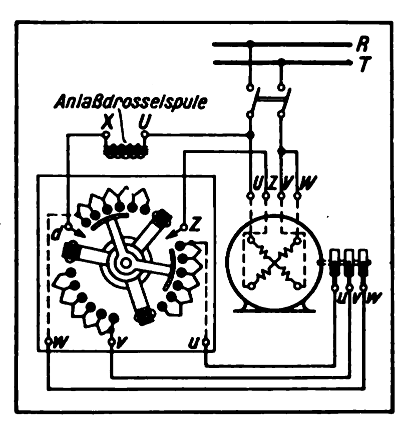


Bild 14. *TWL*

b) Anlassen von Schleifringmotoren mit Anlaßwiderstand. Die Schleifringmotoren werden in genau gleicher Weise, wie bei Drehstrom beschrieben, angelassen; nur ist während des Anlaufs ebenfalls die Hilfsphase über eine Drosselspule mit dem Netz zu verbinden. Anlaßwiderstand und Schalter für die Hilfsphase sind in einem Apparat vereinigt (Bild 14).

β) Repulsionsmotoren.

a) Unmittelbares Einschalten ohne Widerstand. Die Einphasenstrom-Repulsionsmotoren für kleinere Leistung können unter Last unmittelbar an das Netz gelegt werden.

b) Anlassen mit Bürstenverschiebung. Bei Motoren größerer Leistung müssen die Bürsten allmählich aus der neutralen Stellung (Anlaufstellung) in die Betriebsstellung verschoben werden. Die Verriegelung von Bürstenbrücke und Netzschalter kann in gleicher Weise, wie bei Drehstrom beschrieben, ausgeführt werden.

c) Anlassen mit Anlaßwiderstand. Wenn die Bürstenbrücken der Einphasen-Repulsionsmotoren unzugänglich sind, kann genau in der gleichen Weise wie bei Gleichstrommotoren mit Anlaßwiderstand angelassen werden. Die Sicherungen können für Normalstrom bemessen werden. Schupp.

Frage 17: An einem Motor von 60 kW, 3000 V und 975 Umdr/min wurde die Kurzschlußcharakteristik aufgenommen und dabei folgendes festgestellt:

Die gemessenen Werte von Strom und Spannung ergaben, wenn aufgetragen, eine Gerade, so wie dies gewöhnlich der Fall ist; jedoch lief diese Gerade beim Extrapolieren nicht durch den Nullpunkt des Koordinatensystems.

Eine weitere Anzahl von Beobachtungen mit niedriger Spannung und Strom, ebenfalls zu einer Kurve ausgezogen, ergaben eine Linie, die bis $\pm$ 75 V gerade verlief und dabei die früheren Wahrnehmungen bestätigte.

Bei noch geringerer Spannung wich diese Kurve aber von der Geraden ab.

Antwort 17: Diese Erscheinung ist nicht neu. Die Ursache liegt wahrscheinlich in der Sättigung der Streuwege. Dies führt dazu, daß die Kurzschlußcharakteristik keine gerade, sondern eine gekrümmte Linie ist. Mißt man bei normal magnetisierten Motoren die Kurzschlußspannung bei Normalstrom und rechnet aus dieser proportional den Kurzschlußstrom für volle Spannung um, so ist dieser Kurzschlußstrom normalerweise um etwa 20 bis 25 v. H. geringer als der bei voller Spannung gemessene Kurzschlußstrom. Der Durchmesser des wirklichen Kreisdiagramms und somit die Überlastungsfähigkeit des Motors sind also größer als das, was man aus dem mit dem proportional umgerechneten Kurzschlußstrom gezeichneten Kreisdiagramme erhält.

Bei hochmagnetisierten Motoren (z. B. für Krane) kann der Unterschied zwischen dem wirklichen Kurzschlußstrom und dem proportional umgerechneten Kurzschlußstrom sogar 40 bis 50 v. H. betragen.

EINGESANDTE BÜCHER

(Ausführliche Besprechung einzelner Bücher vorbehalten.)

Die Technik der elektrischen Meßgeräte, 2. Auflage. Von Dr.-Ing. Georg Keinath. 477 Seiten, 400 Abbildungen. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1923. Preis geh. M 17,—, geb. M 19,80.

Alle bisher erschienenen Werke über elektrische Meßgeräte hatten für den praktisch tätigen Ingenieur den Nachteil, daß sie sich zu eingehend mit der Theorie der Meßapparate und Meßmethoden befaßt haben und die kritische Wertung der Apparate meist vermieden haben, so daß dem Leser die Auswahl des für seinen Zweck am besten geeigneten Apparates erschwert wurde. Der Verfasser ist mit seinem Buch den Bedürfnissen der Praxis besonders entgegengekommen; er beschreibt nicht nur die wichtigsten Apparate, sondern zeigt auch die Anwendung in der Praxis, und bespricht die Fehlerquellen der Instrumente selbst und der Meßverfahren. Durch seine langjährige Tätigkeit bei der Firma Siemens & Halske ist er mit den wesentlichsten Erzeugnissen aller namhaften Firmen der Welt gut vertraut geworden und bringt eine Fülle von Erfahrungsmaterial, das sonst nirgends niedergelegt ist. Die Nützlichkeit des Buches wird am besten durch die Tatsache belegt, daß die erste Auflage schon wenige Monate nach dem Erscheinen vergriffen war. Die vorliegende zweite Auflage ist gegenüber der ersten um die in der Zwischenzeit bekanntgewordenen Neukonstruktionen erweitert worden, als Anhang sind die Regeln des V. D. E. für Meßwandler und Meßgeräte abgedruckt.

Obwohl das Buch vorwiegend für die Bedürfnisse der Starkstromtechnik geschrieben ist, sind seine Ausführungen doch für jeden, der mit elektrischen Meßgeräten zu tun

Digitized by Google

hat, wertvoll. Für eine Neuausgabe wäre zu wünschen, daß einige Abschnitte, die jetzt entweder zu kurz behandelt sind oder ganz fehlen, mehr berücksichtigt werden. Es wären an dieser Stelle zu nennen: die Oszillographen und die Aufzeichnung schnell veränderlicher Vorgänge, die praktischen Meßverfahren für Induktivitäten und Kapazitäten und schließlich die gebräuchlichsten Meßgeräte und Meßverfahren der Hochfrequenztechnik. Der Abschnitt über Temperaturmeßgeräte, der noch in der ersten Auflage enthalten war, ist inzwischen als gesondertes Buch „Elektrische Temperaturmeßgeräte" in wesentlich erweiterter Form erschienen.

Die Dampfturbine, ihre Wirkungsweise, Berechnung und Konstruktion. Von Prof. Const. Zietemann, Dipl.-Ing., Chemnitz. — Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig, 1923/24.

I. Theorie der Dampfturbine. 150 Seiten mit 58 Abbildungen. Sammlung Göschen, Band 274. Preis: gebunden M 1,25.

II. Die Berechnung der Dampfturbinen und die Konstruktion der Einzelteile. Sammlung Göschen, Band 715, 140 Seiten mit 142 Abbildungen. Preis: gebunden M 1,25.

III. Die Regelung der Dampfturbinen und die Bauarten, Turbinen für Sonderzwecke, Kondensationsanlagen. Sammlung Göschen, Band 716, 136 Seiten mit 112 Abbildungen. Preis: gebunden M 1,25.

Die Keramik im Dienste von Industrie und Volkswirtschaft. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen herausgegeben von Dr.-Ing. Dr. phil. Felix Singer, Charlottenburg. 1044 Seiten mit über 900 Abbildungen. Gewidmet der Firma Deutsche Ton- und Steinzeugwerke, A.-G., Charlottenburg, zu ihrem 50jährigen Bestehen im Jahre 1923. Verlag Fr. Vieweg & Sohn, A.-G., Braunschweig, 1923. Preis: gebunden M 50,—.

In dem stattlichen Bande werden von einer großen Zahl von Sonderfachleuten aus Wissenschaft und Technik das Gesamtgebiet der Keramik, ihre wissenschaftlichen Grundlagen, ihre Rohstoffe, die vielgestaltigen Arbeitsverfahren, die Eigenschaften der Fertigerzeugnisse und ihre Verwendung in Haushalt, Gewerbe und Industrie eingehend behandelt.

Die Gleichstrommaschine. I. Teil: Theorie, Konstruktion und Berechnung. Von Dipl.-Ing. Fr. Sallinger, Prof. an der höheren württembergischen Maschinenbauschule Eßlingen. Sammlung Göschen, Band 257, 129 Seiten mit 60 Abbildungen und 6 Tafeln. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig, 1923. Preis: gebunden M 1,25.

Die Kraftstellwerke der Eisenbahnen. Von S. Scheibner, Oberbaurat a. D., Berlin. I. Band. Die elektrischen Stellwerke. 2., umgearbeitete Auflage. Sammlung Göschen, Band 689, 122 Seiten mit 39 Abbildungen. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig, 1923. Preis: gebunden M 1,25.

Bildtelegraphie. Von Dr. Arthur Korn, ordentlicher Honorarprofessor an der Technischen Hochschule in Berlin. Sammlung Göschen, Band 873, 146 Seiten mit 41 Abbildungen und 8 Tafeln. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig, 1923. Preis: gebunden M 1,25.

Kartellrecht und Kartellgericht. Stilkes Rechtsbibliothek Nr. 23. Verordnung gegen Mißbrauch wirtschaftlicher Machtstellungen nebst Verordnung über das Verfahren vor dem Kartellgericht auf Grund der Verordnung gegen den Mißbrauch wirtschaftlicher Machtstellungen sowie Verordnung über das Reichswirtschaftsgericht mit Anmerkungen und Sachregister. Von Dr. Wenzel Goldbaum, Rechtsanwalt und Notar in Berlin. 94 Seiten. Preis: 3 Goldmark. Verlag von Georg Stilke, Berlin NW 7.

Das Fernsprechen im Weitverkehr. Das im Januar-Heft besprochene Buch ist im Verlag von Wilh. Ernst & Sohn, Berlin erschienen und kostet geheftet M 4,—.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

ELEKTROMASCHINENBAU

Fortschritte in der Elektrotechnik im Jahre 1923. J. Liston. „General Electric Review", 27. Bd., Januar 1924, 1, S. 9—60, 94 Abb. (Jahresübersicht über die Fortschritte im amerikanischen Elektromaschinenbau, Eisenbahnen, selbsttätige Unterwerke, Antriebsmotoren, elektrisches Schweißen, Transformatorenbau, Beleuchtungswesen, Telegraphie und Telephonie.)

Neue Drehstrommotoren. „Electrician", 92. Bd., 1. Februar 1924, 2385, S. 135, 2 Abb. (Drehstrom-Induktionsmotoren mit Anlasser.)

DAMPFKRAFTWERKE

Das Cahokia-Kraftwerk in St. Louis. W. Brownlie. „Electrician", 92. Bd., 1. Februar 1924, 2385, S. 132—133, 3 Abb. (Staubfeuerungsanlage, Beschreibung des Kesselhauses, Bekohlungsanlagen. Die Gesamtleistung soll 300 000 kW betragen, ausgebaut sind bis jetzt 50000 kW.)

Neue Bestrebungen im Großdampfkesselbau. „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien, 42. Jg., 20. Januar 1924, 3, S. 39—41. (Übersicht über den bisherigen Stand.)

Ein großer Kondensator. „Engineer", 137. Bd., 25. Januar 1924, 3552, S. 100—101. (Die Außenabmessungen betragen 8,10 m, die Innenweite 3,90 m, die Kühlfläche beträgt 3150 m².)

WASSERKRAFTWERKE

Die Entwicklung der bayerischen Wasserkräfte. „World Power", 1. Bd., Februar 1924, 2, S. 80—84. (Der Ausbau der Wasserkräfte, der Einfluß in wirtschaftlicher Beziehung.)

Das Wasserkraftwerk Drac-Romance in Pont-de-Claix. P. Dufour. „Génie Civil", 84. Bd., 5. Januar 1924, 1, S. 1—8, 17 Abb. (Wasserbautechnische Arbeiten.)

Die Turbinen des Raanaasfosse-Kraftwerkes in Norwegen. H. Thoresen. „Engineer", 137. Bd., 18. Januar 1924, 3551, S. 60—63, 8 Abb.; 25. Januar 1924, 3552, S. 86—88, 9 Abb. (Lage und Innenausrüstung, eingehende Beschreibung der 12 000-PS-Turbinen.)


Digitized by Google

SCHALTAPPARATE UND SICHERUNGEN

Neue Schaltanlagen des Neasden Kraftwerkes. „Engineer", 137. Bd., 18. Januar 1924, 3551, S. 74—75, 9 Abb. (1000 A Wanddurchführungen, Ölschalter.)

Gekapselte Schalter. „Electrician", 92. Bd., 25. Januar 1924, 2384, S. 104. (Neue gekapselte Schalter von Ferguson Pailin für 2000 A bei 11 000 V und 750 A bei 33000 V.)

Eine neue Schmelzsicherung. „Electrician", 92. Bd., 4. Januar 1924, 2381, S. 15, 1 Abb. (Die Porzellanteile sind durch eine Spezial-Isolationsmasse ersetzt.)

KRAFTÜBERTRAGUNG

Mechanische Sicherheitskoeffizienten bei Hochspannungsnetzen. C. van Gastel. „Rev. Gén. de l'Electricité", 15. Bd., 19. Januar 1924, 3, S. 89—97. (Übersicht über die in verschiedenen Ländern gemachten Beobachtungen über die Wirkungen des Windes, des Schnees, des Rauhreifes auf die Freileitungen; vorgeschlagen wird die Vereinheitlichung des Sicherheitskoeffizienten für alle Netze.)

Kraftübertragungsfragen. R. M. Taylor. „Electrician", 92. Bd., 1. Februar 1924, 2385, S. 128—131, 7 Abb. (Kraftübertragung durch unterirdisch verlegte Kabel, Beschreibung des Sechs-Phasensystems.)

BELEUCHTUNGSWESEN

Die Entwicklung der elektrischen Glühlampen. Dudding, Smithells. „World Power", 1. Bd., Februar 1924, 2, S. 106—110, 9 Abb. (Der Wolframfaden: Metallographische Grundlagen, die verschiedenen Arten von Wolframfäden, die einzelnen Gasreaktionen.)

Elektrotechnik und Kraftwagen. A. C. Burgoyne. „Electrician", 92. Bd., 1. Februar 1924, 2385, S. 134. (Neuere Ausführungen von elektrischen Anlassern und Beleuchtungsanlagen für Kraftwagen.)

BERGBAU.

Die Kraftversorgung der Kohlengruben. E. L. Hann. „Electrician", 92. Bd., 25. Januar 1924, 2384, S. 108. (Kraftversorgung des Rhymney-Bezirkes.)

Dampfturbinen. „World Power", 1. Bd., Januar 1924, 1, S. 57—65, 12 Abb. (Rateau- und Abdampfturbinen, ihre Verwendung als Antrieb von Fördermaschinen und in Papierfabriken.)

EISENINDUSTRIE

Elektrizität in Stahlwerksanlagen. „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien, 42. Jg., 27. Januar 1924, 4, S. 49—51. (Übersicht über die wichtigsten in der amerikanischen Fachpresse erschienenen Aufsätze.)

AUFZÜGE

Elektrische Aufzüge. „Engineer", 137. Bd., 25. Januar 1924, 3552, S. 104—105. (Die verschiedenen Arten mit Schaltungen.)

Elektrische Personenaufzüge. Marryat. „Electrician", 92. Bd., 25. Januar 1924, 2384, S. 103. (Verkehrs-Anforderungen, technische Ausführungen.)

MATERIALTRANSPORT

Pneumatische Getreideförderung. W. Cramp und A. Priestley. „Engineer", 137. Band, 11. Januar 1924, 3550, S. 34—36, 3 Abb.; 18. Januar 1924, 3551, S. 64—65, 2 Abb.; 25. Januar 1924, 3552, S. 89—90, 1 Abb.; 1. Februar 1924, 3553, S. 111—113, 1 Abb. (Versuche zum Bestimmen der Strömungsgeschwindigkeit und des Reibungswiderstandes, Aufbau der einzelnen Förderanlagen.)

WERKZEUGMASCHINEN

Elektrisch angetriebene Holzbearbeitungsmaschine. „Engineer", 137. Bd., 4. Januar 1924, 3549, S. 26, 2 Abb. (Säge- und Hobelmaschine, der Antrieb erfolgt durch einen 1 PS-Motor.)

Versuche mit Umkehrantrieb von Hobelmaschinen. „Engineer", 137. Bd., 25. Januar 1924, 3552, S. 101—102, 1 Abb. (Versuche über Stromverbrauch und Arbeitsgeschwindigkeit.)

TEXTILINDUSTRIE

Die Herstellung von künstlicher Seide. E. Grandmougin. „Génie Civil", 84. Bd., 5. Januar 1924, 1, S. 8 bis 10; 12. Januar 1924, 2, S. 33—36, 3 Abb.; 19. Januar 1924, 3, S. 57—60, 1 Abb. (Eingehende Beschreibung der geschichtlichen Entwicklung und der verschiedenen Herstellungsverfahren.)

ELEKTRISCHES HEIZEN

Elektrische industrielle Heizung. Drake. „Engineer", 137. Bd., 1. Februar 1924, 3553, S. 115—16, 4 Abb. (Versuche mit elektrischen Öfen für verschiedene industrielle Anwendungen: Glasherstellung, Warmbehandlung von Metallen; Wirtschaftlichkeitsvergleiche.)

VERKEHRSWESEN

Die Elektrisierung der Eisenbahnen. S. P. Smith. „Electrician", 92 Bd., 4. Januar 1924, 2381, S. 36—37. (Übersicht über die Fortschritte in den einzelnen Ländern.)

Die Elektrisierung der Eisenbahnen. S. P. Smith. „World Power", 1. Band., Januar 1924, 1, S. 44—51, 5 Abb. (Teil 4: Übersicht über die ausgeführten und projektierten elektrischen Bahnlinien in Deutschland.)

NACHRICHTENÜBERMITTLUNG

Die Ausrüstung der Station „KDKA". D. G. Little. „Electrician", 92. Bd., 4. Januar 1924, 2381, S. 8—9, 2 Abb. (Beschreibung der englischen Funkstation und der Rundfunkversuche mit Übersee.)

STOFFKUNDE

Über den Wert konservierender Anstriche von Holzmasten. Dovotny. „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien, 42. Jg., 27. Januar 1924, 4, S. 47—49. (Bericht über Erfahrungen in Amerika.)

MESSTECHNIK

Eine Methode zur Messung von Anlaufmomenten. Brüderlin. „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien, 42. Jg., 3. Februar 1924, 5, S. 57, 3 Abb. (Beschreibung eines Meßverfahrens, das gegenüber dem Abbremsen mit einer geeichten Gleichstrommaschine den Vorteil hat, daß die Drehzahl, die nach Belieben auf Null oder sehr klein eingestellt werden kann, unabhängig von dem Drehmoment ihren Wert immer starr beibehält, so daß die Ablesungen in Ruhe ausgeführt werden können.)

Verantwortlicher Schriftleiter: Dipl.-Ing. Fr. Heintzenberg, Charlottenburg.
Gedruckt bei Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68, Kochstraße 68—71.



SIEMENS-ZEITSCHRIFT

SIEMENS & HALSKE
SIEMENS-SCHUCKERT

SCHRIFTLEITUNG: LITERARISCHES BUREAU DER SIEMENS-SCHUCKERTWERKE

3. HEFT * BERLIN / MÄRZ 1924 * JAHRGANG 4

Zwanzig Jahre Ölschalterbau bei den Siemens-Schuckertwerken.

Von G. Lux, Oberingenieur im Charlottenburger Werk der SSW.

Gegen Ende der 90er Jahre entstand zunächst im Bergbau eine Nachfrage nach Starkstromausschaltern, bei denen die Unterbrechungslichtbögen gegen die Umgebung luftdicht abgeschlossen sein sollten, weil die offenen Unterbrecher verschiedentlich die Entzündung von Staub oder schlagenden Wettern veranlaßt hatten. Die Stromunterbrecher wurden daraufhin in gut abgedichteten Metallgehäusen untergebracht. Aber bald nach Einführung dieser gekapselten Apparate zeigte sich die getroffene Maßnahme als nicht ausreichend, die explosiblen Gase drangen in die Gehäuse infolge ihrer natürlichen Atmung ein, die Gefahren waren damit also nicht beseitigt. Erst die Verlegung der Unterbrechungsstellen unter Öl ergab einen ausreichenden Abschluß, und damit war dem Ölschalter der Eingang in die Elektrotechnik geebnet.

Die stürmische Entwicklung im Ausbau von Wasserkräften und die damit Hand in Hand gehende Konzentration größerer Energiemengen zunächst in den an diesen Naturkräften reichen Ländern hatten fast zu gleicher Zeit die Unzulänglichkeit der damals noch in großen Schaltanlagen verwendeten offenen Schalter gezeigt, und auch dafür hat man rasch erkannt, daß nur der unter Öl liegende Unterbrecher imstande ist, den Anforderungen, die an diese Anlagen gestellt werden müssen, in ausreichendem Maße zu genügen. Die Erkenntnis der Erfordernisse für den zweckmäßigsten Aufbau solcher unter Öl liegender Unterbrecher war zwar im anfänglichen Entwicklungsstadium sehr unbestimmt, es kann aber gesagt werden, daß bei den ersten Konstruktionen schon Formen entstanden sind, die gewissermaßen heute noch als Vorbilder gelten können.

Bild 1 zeigt einen solchen Ölschalter der ersten praktisch gebrauchten Konstruktion. Das Ölgefäß und der aufklappbare Deckel sind aus Gußeisen hergestellt. Die Schalterwelle ist im Deckel gelagert, mit Hartgummi überzogen und auf drei in den Hartgummiüberzug einvulkanisierte Metallringe sind die Schaltmesser geklemmt, die durch schleifende Kontakte dauernd mit der Stromzuleitung in Verbindung bleiben. Die Stromzuleitungen durch den Deckel sind mittels Porzellanhülsen isoliert. Schalthebel und Gegenkontakt reichen tief unter den Ölspiegel. Durch Drehen der Welle nähert oder entfernt sich der Schalthebel seinen Gegenkontakten, es wird der Unterbrecher geöffnet oder geschlossen. Bei dieser Konstruktion erscheint erstmals die Überstromauslösung, und zwar sind auf den Einführungsisolatoren der beiden äußeren Phasen Magnete ohne Verzögerungseinrichtung aufgesetzt, an deren Anker isolierende Stangen angelenkt sind, so, daß bei Überschreitung der eingestellten Stromstärke der Magnet den Anker anzieht und mittels der Isolierstange die den Ölschalter in der Geschlossenstellung festhaltende Klinke aushebt, wodurch der Unterbrecher der Wirkung seiner Auswurffedern folgt und selbsttätig in die Offenstellung springt. Die Stromstärken der bis hierher erwähnten Apparate bewegten sich unterhalb von 400 A, die Einheitsleistungen der größten zu dieser Zeit in Europa verwendeten Stromerzeuger lagen unterhalb 5000 kVA bei Nennspannungen von 5–6 oder 10 kV. Baubeginn 1902.



Bild 1. Dreipoliger Ölschalter mit 2 Überstromauslösern für 100 A 3 kV.

Digitized by Google

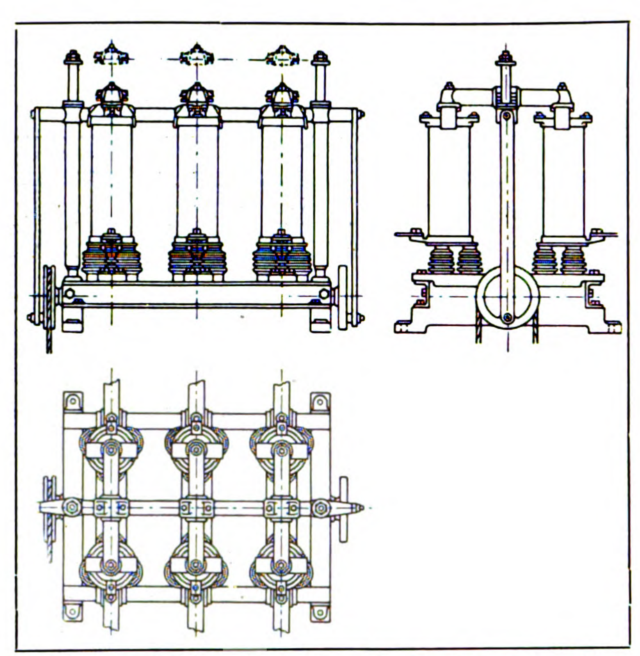


Bild 2. Dreipoliger Ölschalter (Nadelschalter) für 400 A 5 kV.

In Bild 2 sehen wir einen sogenannten Nadel-Ölschalter. Er ist für die Anlagen der Ges. f. elektr. Beleuchtung in Moskau geschaffen worden. Jede der drei Phasen hat, auf Isolatoren stehend, je zwei rohrförmige Ölgefäße. Auf einer gemeinschaftlichen Traverse, die durch Kurbeln und Lenker gehoben und gesenkt werden, sitzen Kontaktstücke mit Kupferbolzen, den Nadeln, welche die mit Porzellanhülsen ausgestatteten Abdeckungen der Rohrgefäße durchsetzen und, auf dem Boden der Ölgefäße in Gegenkontakte eindringend, den Stromschluß herbeiführen. Für größere Ströme ist außerhalb des Ölbades noch ein Unterbrechungskontakt, der die Verbindung mit dem Ölgefäß herstellt, im Bild zu sehen. Geliefert wurden diese Nadelschalter für 2000 V Betriebsspannung und Stromstärken bis 1000 A. Baujahr 1902.

Dem Ölschalter mit gemeinschaftlichem Gefäß gegenüber war diese Konstruktion teurer, in der Verwendungsweise und im Einbau ungünstiger, für die kleinen Spannungen unter 10 kV erschienen sie reichlich kompliziert, und aus diesen Gründen kehrte man wieder zu der erst beschriebenen Bauart mit gemeinschaftlichem Ölgefäß für alle Unterbrechungsstellen zurück.

Die Nachfrage nach Ölschaltern wurde allmählich lebhafter, und man begann die Schaffung listenmäßiger Normalmodelle für Spannungen bis 20 kV, gezeigt in Bild 3. Der Apparat hat eine gußeiserne Deckelplatte, in welche die in Gußeisenfassungen eingekitteten Durchführungsisolatoren eingesetzt sind. Quer zu den Unterbrechern der drei Phasen ist im Deckel eine Achse gelagert, die mittels zweier Lenker eine Gußtraverse auf zwei Führungsstangen auf- und abbewegt. Die Stromschlußteile in der Quertraverse sind so ausgebildet, daß Isolatorenbruch oder Lösen einer Kittstelle die Unterbrechung nicht beeinträchtigen können; das Stromschlußstück wird unter allen Umständen zwangläufig vom Bewegungsmechanismus mitgenommen. Gegenüber der eingangs beschriebenen Bauart, die nur eine Funkenstrecke für eine Stromleitung hat, weist diese zwei Unterbrechungsstellen auf. Ferner hat die Deckelplatte vier Auflagepratzen, vermittels deren sie im Schaltgerüst befestigt wird. Das Ölgefäß wurde damals aus sogen. Columbusblech hergestellt, dessen Trennfugen mit Zinn gelötet wurden; für die Wartung der Kontakte konnte das Gefäß nach unten fortgenommen werden.

Im Jahre 1908 wurde die Autogenschweißung eingeführt, und von diesem Zeitpunkt an kamen nur noch geschweißte Eisenblechgefäße zur Anwendung. Ausgeführt wurde diese Schalterbauart für die Nennspannungen von 5, 10 und 20 kV und für 100 bis 1000 A. Die Apparate für 5 und 10 kV hatten zwei, die Apparate für 20 kV vier Funkenstrecken für jede Stromleitung.

In Verbindung mit diesen Ölschaltern erscheint zum erstenmal der verzögerte Auslöser, und zwar ist als Verzögerungselement ein Hitzdraht verwendet. Der eigentliche Auslösermagnet ist hier gleichzeitig Transformator, eine zweite Wicklung liefert bei allen Schalterstromstärken den gleichen Erwärmungsstrom für den Hitzdraht. Der Auslösemagnet hat einen sich drehenden Anker, der im Schwerpunkt gelagert und daher für Erschütterungen von außen her nicht empfindlich ist. Der Hitzdraht sperrt die Bewegung des Ankers so lange, bis eine gewisse Ausdehnung erreicht ist, dann wird der Anker



Bild 3. Dreipoliger Ölschalter für 200 A 10 kV.

Digitized by Google

frei und übt eine kräftige Schlagwirkung aus. Eine Beseitigung des Hitzdrahtes macht den Auslöser schnellwirkend. Verzögerung und Stromstärke wurden durch regelbaren Nebenstrom über einen Widerstand gleichzeitig verändert.

Für Spannungen unter 1000 V, besonders für die weit verbreitete Spannung von 500 V zeigte sich ebenfalls eine, wenn auch geringere Nachfrage nach Ölschaltern, weil auch in Anlagen dieser Art offene Lichtbogen besonders unter Berücksichtigung der üblichen engen und gedrängten Bauweise der Anlagen unbequem wurden. Als Isolierung für die Kontakte ist eine Schieferplatte verwendet, die zur Erhöhung der Festigkeit in einen Metallrahmen eingelassen und eingekittet ist. Der Metallrahmen hat vier vorspringende Pratzen für Lagerung und Befestigung des Apparates im Schaltgerüst, das Ölgefäß ist nach unten abnehmbar. Der Unterbrecher unter Öl ist der gleiche wie bei den Apparaten für die höheren Spannungen; bis zu 400 A führt der Gesamtstrom durch das Ölbad, für alle höheren Stromstärken liegt außerhalb ein Tastbürstenunterbrecher parallel. Die Anordnung hat den Vorteil sehr geringer Induktivität, aber die außen liegenden Kontakte leiden unter der Staubeinwirkung. Bild 4 zeigt einen Apparat größerer Stromstärke mit zwei Hitzdrahtauslösern. Gebaut wurden diese Ölschalter für Stromstärken von 30 bis 3000 A für Handantrieb und als Überstromselbstausschalter. Baubeginn 1905. In diese Zeit fällt auch die allgemeine Einführung der Freilaufkupplung, die als unentbehrliches Element besonders dann empfunden werden mußte, wenn die Schalter abseits von der Bedienungsstelle standen, und wenn der Antrieb über ein längeres Gestänge erfolgen mußte. Bei Überstromauslösung hätte der Schalter das Gestänge mit in die Aus-Stellung bewegen müssen, was bei längeren Gestängen nicht zu erreichen gewesen wäre. Erst die Freiauslösung, d. h. die Entkupplung des Schalters vom Gestänge beim Wirken der Überstromauslöser, ermöglichte es ohne Schwierigkeiten, größere räumliche Entfernungen zwischen Selbstschalter und Antriebshebel zu überwinden. Die Freilaufkupplung wurde aus diesem Grunde von den SSW bei allen Ölschaltern angewendet.

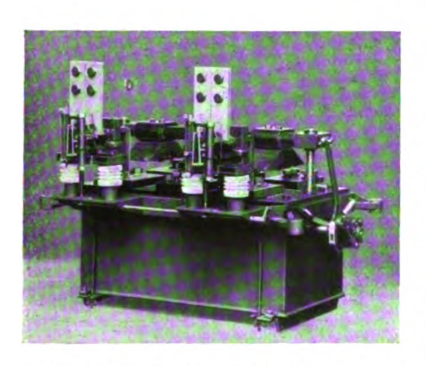


Bild 4. Dreipoliger Ölschalter für 3000 A 0,5 kV mit 2 Hitzdraht-Auslösern, mit Freilaufkupplung.



Bild 5. Einpoliger Ölschalter für 200 A 35 kV mit achtfacher Stromunterbrechung.

Die ersten 30 und 35 kV-Anlagen Iberica und Urfttalsperre kamen im Jahre 1905 zur Ausführung. Hierfür hat man, abgesehen von den Nadelschaltern, die ersten Dreikessel-Ölschalter mit achtfacher Unterbrechung je Pol gebaut. Der Schalter einer Phase ist in Bild 5 wiedergegeben. Drei der Gefäße stehen nebeneinander, die außen sichtbaren Kurbeln werden durch Lenker gekuppelt und der ganze Apparat mittels Gestänge angetrieben. Im Kraftwerk Heimbach der Urfttalsperre wurden für den Fernantrieb zum erstenmal in größerem Maßstabe kleine Elektromotoren angewendet.

Bis dahin sind besondere Schwierigkeiten hinsichtlich der Einführungsisolatoren nicht zu verzeichnen gewesen. Für die Energieübertragung Moosburg—München, die erste 50 kV-Anlage in Deutschland, Baujahr 1906, hatte man zwar keinen Ölschalter nötig, Ölschalter waren seitens der elektrischen Werke München aus Vorsicht vor Mißerfolgen vermieden worden, aber es waren 50 kV-Durchführungen für andere Apparate der Anlage zu schaffen. Das erschien zunächst einfach, bei der Prüfung mußte man aber noch recht erhebliche Schwierigkeiten wahrnehmen. Das für Durchführungen übliche, im wesentlichen zylindrische, gewellte Porzellanrohr, dessen Form damals weniger von elektrischen als von keramischen Forderungen diktiert war, genügte nicht mehr. Für den Leser wird es von Belang sein zu erfahren, wie derartige Durchführungsisolatoren entstanden sind. Man überlegte sich zuerst, welch größter Bolzendurchmesser eingeführt werden, d. h. für welch größte Stromstärke die Durchführung verwendbar sein sollte, für 600

Digitized by Google

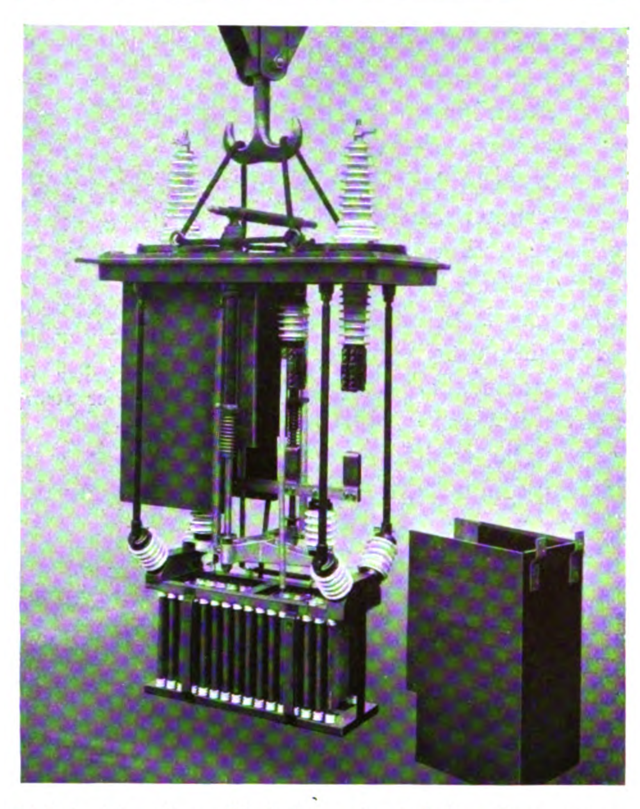


Bild 6. Einpoliger Ölschalter mit einfacher Stromunterbrechung und Schutzwiderstand für 200 A 50 kV.

oder für 1000 A, und damit war der lichte Durchmesser, etwa 30 bis 35 mm, bestimmt. Die keramische Technik forderte zur Gewährleistung eines guten Garbrandes der Scherben eine Stärke von nicht über 20 bis 25 mm, und damit war das Porzellanrohr in seinen äußeren Umrissen bestimmt, nur die Länge glaubte man von der Höhe der Betriebsspannung abhängig. Die so erhaltenen Porzellanrohre wurden, wie das auch heute üblich ist, in Metallfassungen eingekittet, so daß sie leicht auszuwechseln waren, in der Mitte blieben sie unglasiert oder sie wurden aufgerauht, um eine gute Befestigung zu erzielen, und die vorstehenden Enden hat man zwecks Vergrößerung der Kriechwege gewellt. Von der Beanspruchung eines derartigen Isolierkörpers durch das Dielektrikum und über die Oberfläche hatte man wenig zweckdienliche Vorstellungen, erst die Prüfung fertiggestellter Apparate ergab, daß diese Einzelteile noch wesentlich geändert und verbessert werden mußten. Der Versuch, bei den ersten 50 kV-Apparaten auf andere Weise zu einem Ziel zu kommen, etwa durch zweite Isolierung der Ölgefäße, war von wenig erfreulichem Ergebnis, er zeigte aber deutlich die Erscheinung, daß bei zwei in Reihe geschalteten Isolationen sich die Spannungen in umgekehrtem Verhältnis wie die Kapazitäten verteilen, daß der kleinere Isolierkörper den höheren Spannungsanteil zu tragen hat. Damit war demnach nichts zu erreichen. Man mußte einsehen, daß nur die Vergrößerung des Durchmessers der Durchführung und damit die Verringerung der Kapazität zwischen Bolzen und Fassung eine Verbesserung bringen konnte. Um die vorbereiteten Einzelteile verwerten zu können, schaffte man eine zweite Porzellanhülse, in welche die vorhandene eingekittet wurde. Die Konstruktion der Fassung blieb wie vorher, nur ihr lichter Durchmesser und die Bohrung im Deckel des Ölgefäßes mußten entsprechend vergrößert werden. Der Erfolg war der erwartete und erwünschte. Eine derartige Durchführung kann als unmittelbarer Vorgänger der wenige Jahre nachher von Dr. Nagel theoretisch und praktisch entwickelten Kondensatordurchführung der SSW angesprochen werden.

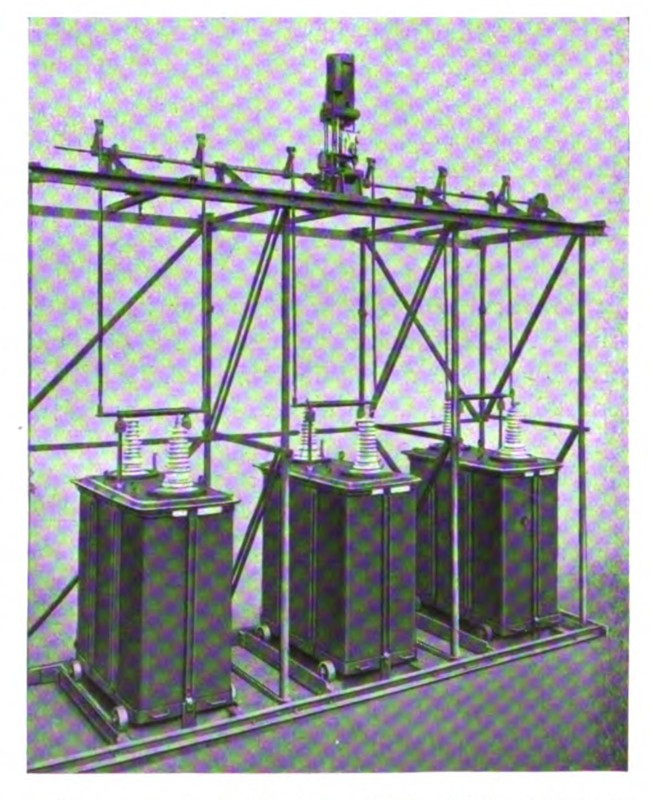


Bild 7. Dreipoliger Ölschalter 200 A 50 kV mit Schutzwiderstand, im Schaltgerüst aufgebaut, angetrieben durch Solenoid-Magnet.

Zwar hat man die durch die Zweiteilung entstandenen beiden Kondensatoren nicht von gleicher Kapazität gemacht, grundsätzlich aber ist die

Digitized by Google

Kondensatorwirkung vorhanden, die Kittschicht zwischen den beiden Porzellanrohren erfüllt bei den geringen Verschiebungsströmen ausreichend die Eigenschaft des metallischen Kondensatorbelages.

In der Folge fand die Betriebsspannung 50 kV weitere Ausbreitung; auch Anlagen höherer Spannung wie 60 und 70 kV kamen in Auftrag und machten die Schaffung von Ölschaltermodellen nötig. Die Durchführungen dafür wurden zweiteilig ausgeführt, und zwar bestehen sie aus beiderseitig zur Vergrößerung der Kriechwege gewellten Porzellanröhren, die in Porzellanteller eingekittet wurden. Die Porzellanteller sind in Gußeisenringen gefaßt und damit auf den Schalterdeckel aufgeschraubt. Weitere Einzelheiten dieser Schalter, ihre Aufstellung und Antriebe gehen aus Bild 6 und 7 hervor. Wie aus Bild 7 zu ersehen ist, erfolgt hier der Antrieb durch ein Solenoid, das die gemeinschaftliche Welle dreht und die drei Schalter bewegt. Bild 6 zeigt den im Ölbad liegenden Schutzwiderstand, ein Asbestgewebe mit eingewirktem Nickelindraht. Der Schalter hat vier Unterbrechungen; an die beiden inneren Kontakte ist der Widerstand angeschlossen; durch die verschiedenen Längen der Kontaktmesser wird bei der Schließbewegung des Schalters der Strom zunächst über den Widerstand, bei vollständig geschlossenem Schalter unter Umgehung des Widerstandes unmittelbar in die Verbrauchsleitung fließen. Das Baujahr dieser Schalter ist 1908.

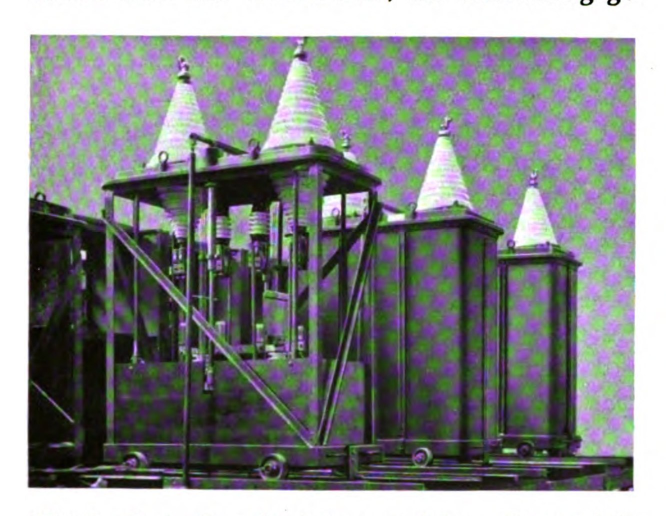


Bild 8. Dreipoliger Ölschalter mit Schutzwiderstand für 200 A 70 kV. Antrieb erfolgt von unten durch Druckluft.

In Bild 8 ist ein Ölschalter für 70 kV dargestellt mit tonnenförmigen Porzellandurchführungen; der Hohlraum ist mit Kabelmasse gefüllt, der Bolzen ist als Rohr größeren Durchmessers gewählt und dient gleichzeitig als Ausdehnungsgefäß für die Füllmasse. Diese im Jahre 1909 für Guadalajara in Mexiko gelieferten Schalter wurden durch Druckluft angetrieben. Antriebszylinder und Antriebswellen liegen unter dem Eisengestell, auf dem die drei Schalter stehen.

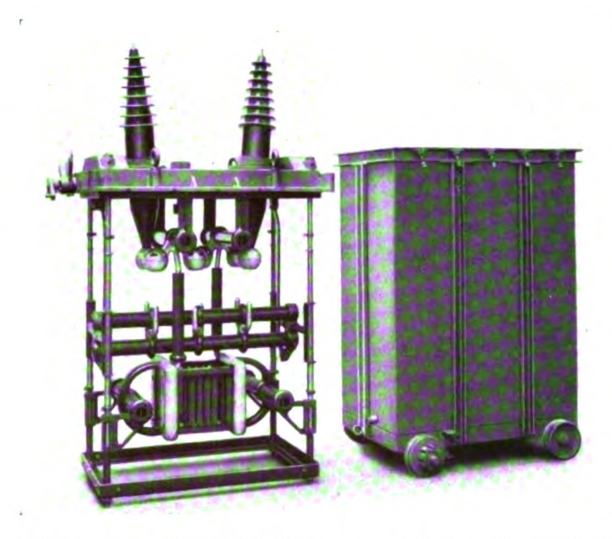


Bild 9. Einpoliger Ölschalter mit Schutzwiderstand für 200 A 80 kV. Sechsfache Stromunterbrechung.

Die ersten Bestellungen auf 80 und 110 kV-Ölschalter für die schwedischen Staatsbahnen und für Eisenwerk Lauchhammer erfolgten im Jahre

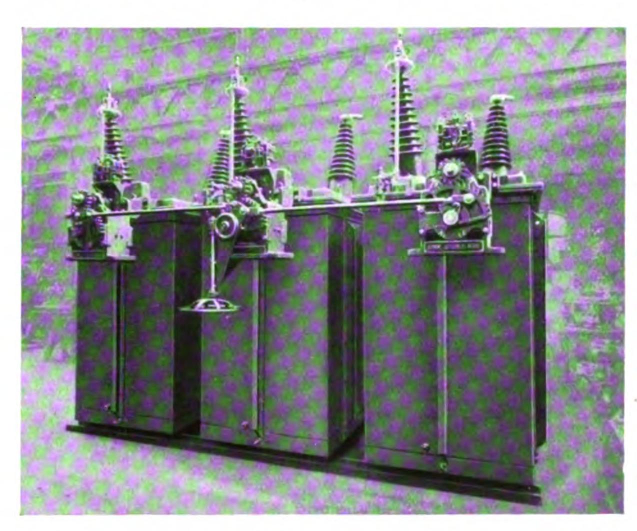


Bild 10. Dreipoliger Ölschalter mit Schutzwiderstand für 200 A 110 kV. Der Schalter zeigt die auf den vorderen Durchführungen aufgesetzten Überstromzeit-Relais und die an dem Unterbrecher jeder Phase angebauten Schaltermagnete. Das Handrad in der Mitte dient zur Betätigung von Hand.

Digitized by Google

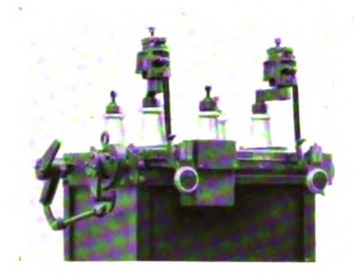


Bild 14.



Bild 13.



Bild 12.



Bild 11.

Bild 11—14. Dreipolige Ölschalter mit verschiedenen Antriebsarten und Auslöser-Anordnungen.

1911. Hier sehen wir zum erstenmal Kondensatorklemmen aus Repelitmaterial, die zur Vergrößerung der Kriechwege ähnlich wie die Porzellanrohre gerillt sind, und zwar hat man Scheiben aufgesetzt (Bild 9 und 10). Der 110 kV-Schalter zeigt die auf den Durchführungen sitzenden, durch Kapselung gegen Strahlung geschützten Relais- oder Auslöserspulen; angebaut an jeden Schalterdeckel ist der Antriebsmagnet, die drei zusammengehörenden Apparate sind durch Lenker gekuppelt; der mittlere Schalter zeigt Handrad und Schnecke für Bedienung des Ganzen von Hand, falls der Betätigungsstrom einmal fehlt. Damit war nun die Spannung erreicht, die für deutsche Verhältnisse längere Zeit die Grenzspannung sein sollte.

In dem Aufbau von Ölschaltern für die Betriebsspannungen bis 25 kV gingen die Ansichten der Verbraucher und Erzeuger weit auseinander, im Anlagenbau hatte vielfach nur diejenige Firma Aussicht, Aufträge zu erhalten, die sich anheischig machte, die notwendigen Einrichtungen in dem kleinsten Raum unterzubringen, ein Zustand, der auch heute noch oft eine Rolle bei Vergebung von Aufträgen spielt. Für dieselbe Spannung und dieselbe Stromstärke konnte man Ölschalter mit einem Ölinhalt von 50 bis 250 kg geliefert bekommen. Diese Zustände waren recht unerquicklich geworden, die SSW faßten den Entschluß, beim Verband Deutscher Elektrotechniker den Antrag auf Normalisierung der Ölschalterabmessungen zu stellen. Dem Antrag wurde stattgegeben, und es entstanden unter Mitwirkung der Erzeuger und der Großverbraucher im Jahre 1912 Richtlinien für den Bau und die Prüfung von Wechselstrom-Hochspannungs-Apparaten von 1500 V aufwärts bis 35 kV; die höheren Spannungen wollte man nicht erfassen, um bei diesen Apparaten, die damals doch mehr oder weniger noch in den Kinderschuhen steckten, Entwicklung und Fortschritt nicht zu hemmen.

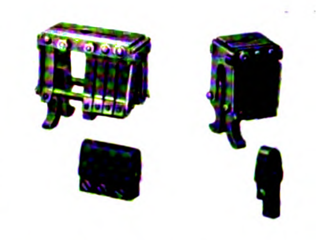


Bild 15. Fingerkontakte und Kontaktmesser für 350 A für Ölschalter. Links für Schutzschalter, rechts für Ölschalter.

In den Bildern 11—14 werden Ölschalterkonstruktionen gezeigt, die auf Grund der Richtlinien konstruiert sind, und zwar Schalter der Serie III für 6/12 kV mit den verschiedenen Antriebsarten, Gestängekurbel, Handrad auf der Breitseite, Steigbügelhebel und Klauenkupplung. Die Deckelplatten dieser Schalter bestanden bei Einführung der Modelle im Jahre 1912 aus Gußeisen, vom Jahre 1914 an wurden sie aus Stahlblech hergestellt. Eine entsprechend abgepaßte Blechplatte wird an den vier Ecken ausgeknackt, die vier Frontkanten werden nach abwärts gebogen und die vier Ecken autogen verschweißt. Für die Durchführungen waren die Längen durch die in den Richtlinien festgelegten äußeren Abstände und die Eintauchtiefen in das Ölbad gegeben, der Durchmesser zum Teil durch



Bild 16. Durchführungs-Isolator 12 kV für Ölschalter.

Digitized by Google

die Prüfspannung bestimmt. Als äußere Form wurde die tonnenförmig glatte gewählt. Unter Berücksichtigung der gegen die vorherigen wesentlich vergrößerten Höhenmaße konnte auf die Wellung verzichtet werden. Der glatte Körper hat den Vorzug der leichteren Reinigung, es setzt sich außerdem weniger Staub darauf ab als in den Wellen gerillter Körper. Das Ölgefäß ist aus Stahlblech ebenfalls autogen geschweißt. In dem fahrbaren Gestell aus Winkeleisen, mit dem die Deckelplatte verschraubt ist, kann das Ölgefäß zum Zweck der bequemen Überwachung der Kontakte mittels einer Winde gesenkt und gehoben werden; in der Betriebsstellung wird es außerdem durch beiderseitig an dem Gestell angebrachte Hackenleisten gegen den Deckel gepreßt. Diese recht sichere Verbindung zwischen beiden Teilen ist für den Ölschalter besonders wertvoll; sie verhindert das häufig beobachtete Abreißen des Ölgefäßes bei hoher Kurzschlußbeanspruchung der Ölschalter. Bild 15 zeigt die Fingerkontakte und Kontaktmesser, Bild 16 einen Isolator mit Durchführungsbolzen. (Schluß folgt.)

Die elektrisch betriebene Straßenbahn in Soerabaia auf Java.

Von Dipl.-Ing. v. Foller, Oberingenieur in der Abteilung Bahnen der SSW.

Soerabaia, an der Nordostküste von Java in der Nähe des 7. südlichen Breitengrades gelegen, ist die Hauptstadt der gleichnamigen niederländischen Residentschaft. Die Stadt erstreckt sich vom Hafen Tandjong Perak aus mehr als 12 km ins Innere bis zu dem 7 m über dem Meeresspiegel liegenden Stadtteil Wonokromo, hierbei hauptsächlich dem Lauf des Goldflusses, des Kali Mas, folgend. Ihre Einwohnerzahl beträgt 200 000, darunter 10 v. H. Europäer und Mischlinge, 15 v. H. Chinesen und 2 v. H. Araber, Inder, Japaner usw. Das Klima ist der geographischen Lage entsprechend dauernd heiß und dazu während der langen Regenzeit, die von November bis April dauert, außerordentlich feucht, was den Aufenthalt besonders unangenehm gestaltet. In den engen Straßen der Unterstadt befinden sich die großen europäischen Geschäftshäuser und die vielen Läden der Chinesen, die eine hervorragende Rolle im Handel spielen. Die Oberstadt birgt die luftigen, im Villenstil gebauten Wohnungen der Europäer. Die ganze Stadt ist von den Kampongs der Eingeborenen umgeben.

Bereits im Jahre 1888 wurde die Oost-Java Stoomtram-Maatschappij (O. J. S.) gegründet, die in kurzer Zeit mehrere Dampfbahnlinien in Betrieb gesetzt hat, um dem Verkehrsbedürfnisse Soerabaias nur einigermaßen zu genügen. Eine von ihnen regelt den Verkehr von Wono-

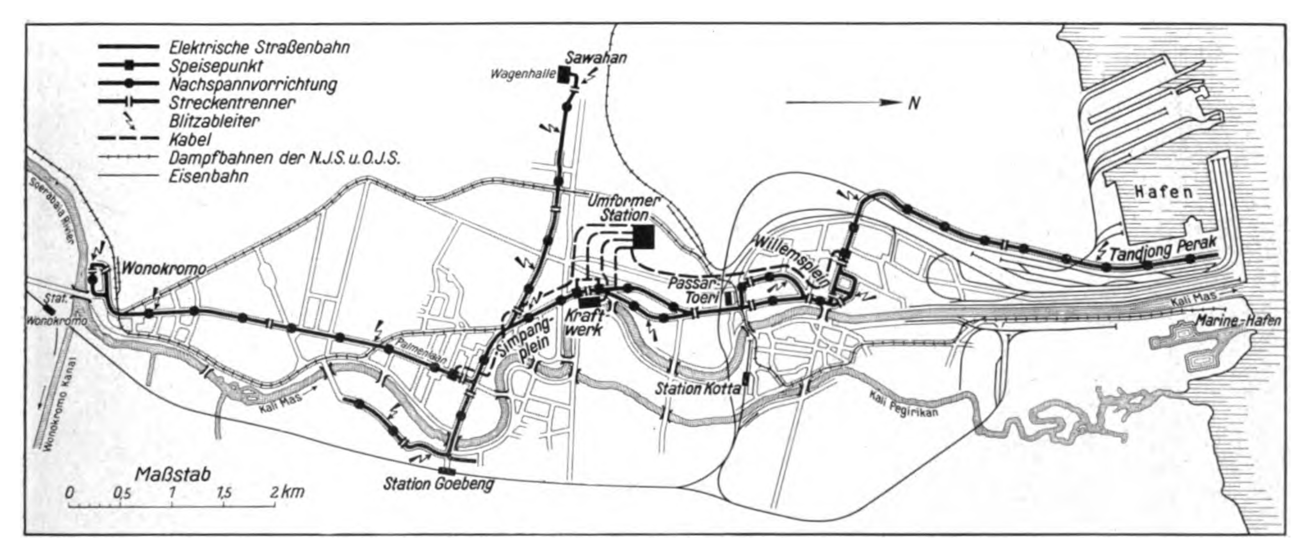


Bild 1. Lageplan der Straßenbahn Soerabaia. Leitungsanordnung.

Digitized by Google

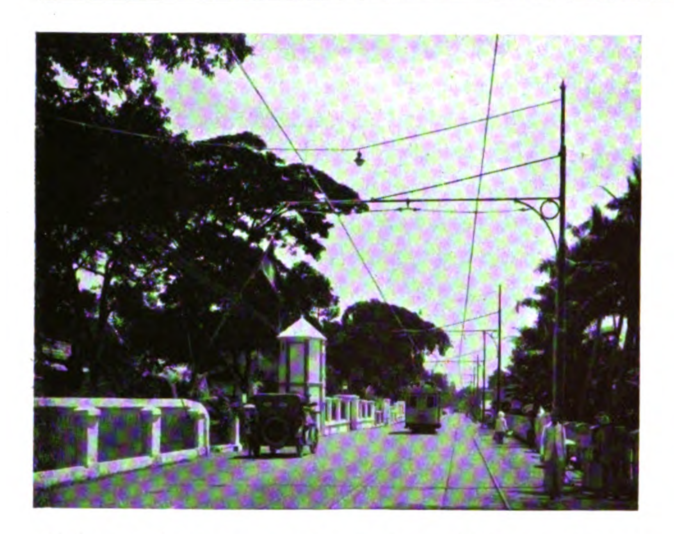


Bild 2. Fahrleitung in der Embong Malang an langen Auslegern.



Bild 3. Fahrleitung vor dem Betriebsbahnhof.

kromo nach dem Zentrum der Stadt, dem Stadstuin, eine zweite von der Station Kotta der Staatsbahn nach dem Hafen Tandjong Perak, während die dritte von Wonokromo über Passar Toeri nach dem Marinehafen Oedjong führt. Aber erst im Jahre 1921 ist es der O. J. S. gelungen, eine seit Jahren verfolgte, durch Konzessionsschwierigkeiten und Kriegsfolgen immer wieder verhinderte Absicht auszuführen, nämlich den größten Teil ihrer Dampfbahnlinien in Soerabaia auf elektrischen Betrieb umzubauen. Den SSW wurde der Hauptanteil des hierfür benötigten elektrischen Materials in Auftrag gegeben. Sie lieferten das gesamte Fahrleitungsmaterial für eine Gleislänge von etwa 40 km nebst den zugehörigen Speisekabeln, ferner sechs elektrische Weichenstellvorrichtungen und die elektrischen Ausrüstungen für 29 Trieb- und 21 Anhängewagen einschließlich des Reservematerials. Bereits im März 1922 konnte mit dem Bau der Oberleitungsanlage begonnen werden. Für elektrischen Betrieb wurden die folgenden fünf, aus Bild 1 ersichtlichen Strecken der O. J. S. eingerichtet:

Linie 1 Wonokromo—Willemsplein,
» 2 Goebeng—Willemsplein,
» 3 Simpangplein—Willemsplein,
» 4 Willemsplein—Tandjong Perak,
» 5 Simpangplein—Sawahan.

Die Fahrleitungsanlage zeigt nur geringe Abweichungen von den normalen Ausführungen. Sie wurde unter Leitung der SSW gebaut. Als Fahrdraht ist ein Profildraht von 80 mm Querschnitt gewählt worden, der an Auslegern oder Querdrähten in Abständen von etwa 35 m isoliert

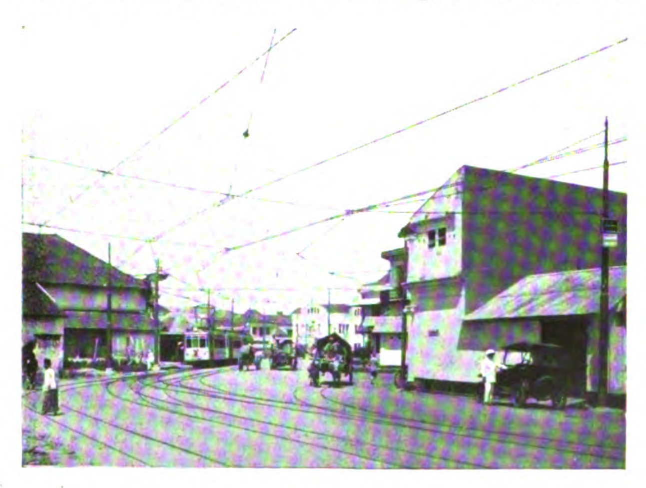


Bild 4. Fahrleitung am Willemsplein an Querdrähten.



Bild 5. Zweiwagenzug in der Palmenlaan.

Digitized by Google

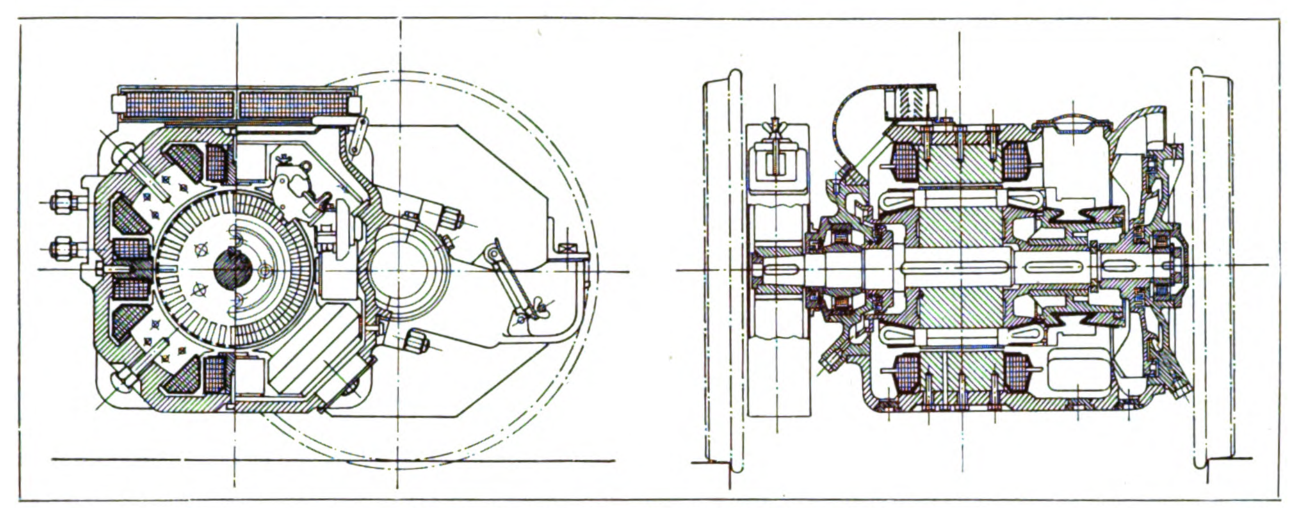


Bild 6. Gleichstrommotor D 531, Querschnitt. *TWL*

befestigt ist. Die Zugspannung im Fahrdraht beträgt 650 kg bei mittlerer Temperatur, seine Höhe an den Aufhängepunkten 5,6 m über SO. Die Betriebsspannung beträgt 600 V im Mittel. Gegen Erde ist die Fahrleitung doppelt isoliert, einmal an den Aufhängepunkten durch die Halter und dann an den Masten durch die Zwischenschaltung von Zugisolatoren. Zum Festklemmen des Fahrdrahtes dienen vernietbare Klemmen. Es sind Mannesmannrohrmaste in 13 verschiedenen Abmessungen für einen Horizontalzug von 250 bis 1700 kg zur Verwendung gekommen.

Mit Rücksicht auf den zerstörenden Einfluß des Tropenklimas wurde bei Anfertigung der Fahrleitungsteile an Stelle von Eisen fast durchweg Bronze vorgesehen. Aus dem gleichen Grunde wurde als zweite Isolation gegen Erde nicht Hartgummi, sondern Porzellan verwendet.

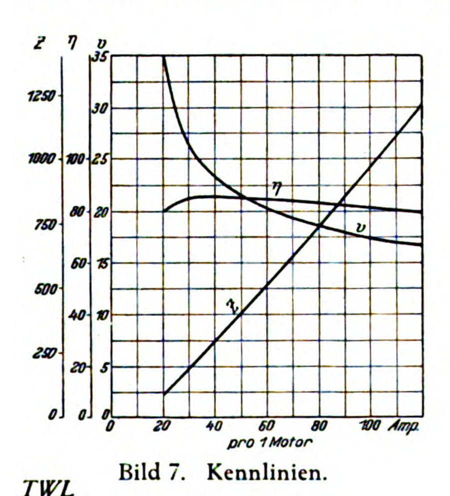


Bild 7. Kennlinien.
TWL

Die Anordnung der drei Speisepunkte, der Speiseleitungen, Streckentrenner, Blitzableiter und Nachspannvorrichtungen ist aus Bild 1 ersichtlich. Die Bilder 2 bis 4 zeigen einige Abschnitte der Fahrleitungsanlage.

Bei der Ausführung der Fahrleitungsanlage durfte der Betrieb der Dampfbahn nicht gestört werden. Trotz der Schwierigkeiten, die der hohe Grundwasserstand und der angeschwemmte Boden der Küstenstadt, ferner das Fehlen der Bürgersteige in den Straßen und schließlich der Mangel an auch nur einigermaßen geschulten Hilfsarbeitern mit sich brachte, konnte dieser Bedingung entsprochen und der Bau der Fahrleitungsanlage derart gefördert werden, daß die Hauptstrecke Wonokromo—Willemsplein und die Zufuhrstrecke zum Wagenschuppen Simpangplein—Sawahan nach einem Jahr Bauzeit fertig waren und der elektrische Betrieb am 15. Mai 1923 aufgenommen werden konnte.

Die für den Transport zerlegten Trieb- und Anhängewagen trafen im Laufe der zweiten Hälfte des Jahres 1922 am Bestimmungsort ein, so daß genügend Zeit war, sie betriebsbereit fertigzustellen. Der mechanische Teil der für den ersten Ausbau gelieferten 50 Trieb- und Anhängewagen stammt aus der Hannover-

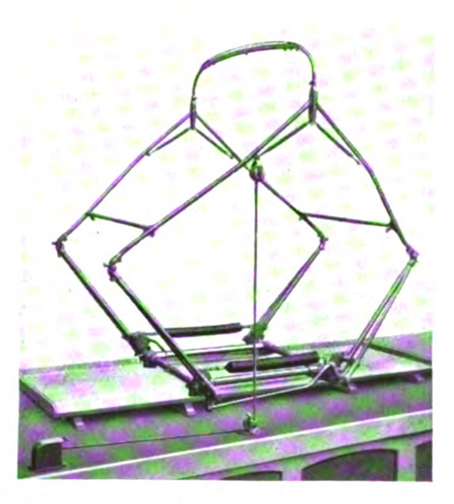


Bild 8. Stromabnehmer der Triebwagen. *TWL*

Digitized by Google

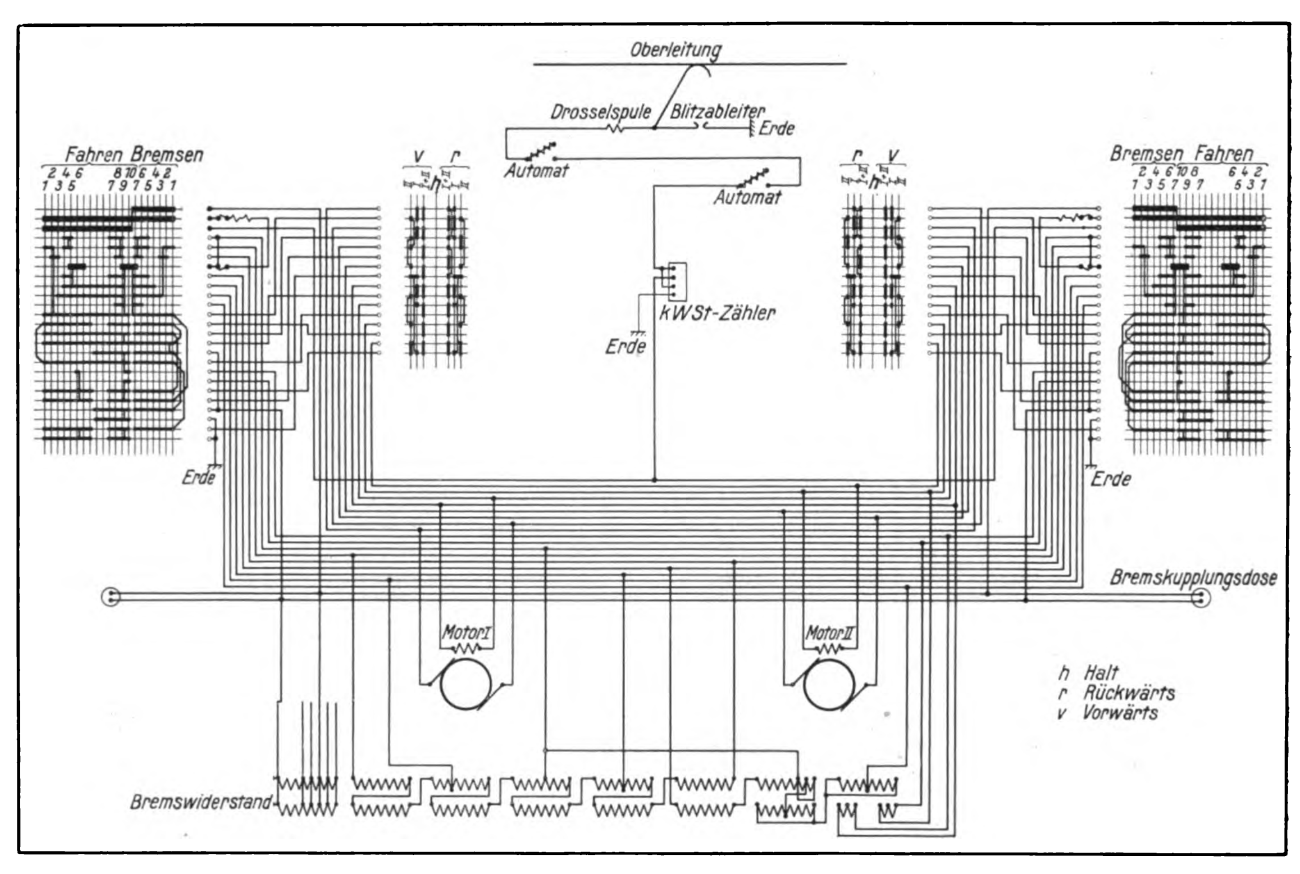


Bild 9. Schaltbild der Triebwagen. *TWL*

schen Waggonfabrik. Sie sind in der üblichen Ausführung zweiachsiger Straßenbahnwagen und untereinander vollständig gleichartig gebaut worden, da die Anhängewagen, später mit entsprechender elektrischer Ausrüstung versehen, als Triebwagen verwendet werden sollen. Sie haben einen Radstand von 3 m und ein Leergewicht von 13,2 t. Das Gewicht der elektrischen Ausrüstung eines Wagens beträgt etwa 3 t. Jeder Triebwagen enthält je ein Abteil erster und zweiter Klasse; ein Teil der Anhängewagen hat nur zweite

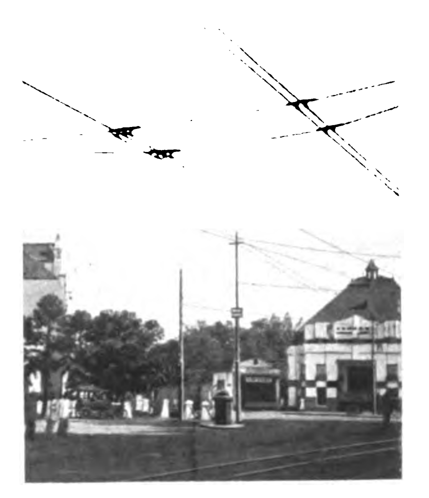


Bild 10. Leitungskontakte und Signallampe der elektrischen Weichenstellvorrichtung auf Toendjoengan.

Klasse. Aus Trieb- und Anhängewagen werden nach Bedarf Wagenzüge gebildet. Einen betriebsfertigen Zug zeigt Bild 5.

Der elektrische Teil der von den SSW ausgerüsteten Triebwagen besteht aus je zwei Gleichstrommotoren D 531 von je 50 PS (37 kW) Stundenleistung bei 560 Umdrehungen und 550 V, ferner zwei Fahrschaltern, einem Satz Anfahrwiderständen, einem Scherenstromabnehmer und den üblichen Hilfsapparaten.

Die Motoren D 531 (Bild 6), deren Kennlinien aus Bild 7 zu entnehmen sind, haben einteiliges Gehäuse, Eigenlüftung und in Rollenlagern laufende Ankerachsen. Die Fahrschalter sind in normaler Ausführung mit sechs Serie-, vier Parallel- und sieben Bremsstufen geliefert worden. Die Anfahrwiderstände wurden auf den Wagendächern angeordnet, wo sie bei bester Kühlung den Einflüssen des Straßenstaubes entzogen sind. Zur Stromabnahme dienen die in Bild 8 dargestellten Scherenstromabnehmer, die in allen Höhenlagen auch bei Wind einen annähernd gleichen Anpressungsdruck an die

Digitized by Google

Fahrleitung gewährleisten. Höhenunterschiede, die zeitlich rasch aufeinander folgen, werden durch die Federung des kleinen Bügels, der das Schleifstück trägt, ausgeglichen; bei größeren Unterschieden in der Fahrdrahthöhe tritt die Schere in Tätigkeit.

Die Schaltung der elektrischen Wagenausrüstung ist in Bild 9 dargestellt.

Diejenigen Gleisweichen, die im Betriebe regelmäßig umgestellt werden müssen, sind mit selbsttätigen elektrischen Stellvorrichtungen der SSW ausgerüstet. Sobald ein vor der Weiche in die Oberleitung eingebauter Kontakt mit eingeschaltetem Fahrschalter befahren wird, stellt sich die Weiche selbsttätig um. Wird der Kontakt mit ausgeschaltetem Fahrschalter durchfahren, so tritt keine Veränderung in der Weichenstellung ein. Um auch bei Dunkelheit sehen zu können, in welcher Lage sich die Weichenzunge befindet, ist in der Nähe der Weiche ein Lichtsignal angebracht, das mit der Stellvorrichtung elektrisch verbunden ist. Die Anordnung einer Weichenstellvorrichtung im Straßenbild zeigt Bild 10.

Normung des technischen Lichtbildes

Von Paul Wölfel, Oberingenieur im Zentral-Normenbüro der SSW, Zentral-Werksverwaltung.

Die Zeichnung ist unentbehrliches Verständigungsmittel des Ingenieurs; man nennt sie mit Recht seine Sprache. Bisher war sie allerdings nicht ganz dialektfrei, und Mißverständnisse waren nicht ausgeschlossen, weil es an einheitlichen Regeln — um im Bilde zu bleiben, an der Grammatik des Zeichnens — noch mangelte.

Erst der Normenausschuß der Deutschen Industrie (NDI) war und fühlte sich berufen, die längst empfundene Lücke auszufüllen. Seine Zeichnungsvorschriften, die jetzt abgeschlossen vorliegen, werden dem von der Schule kommenden Ingenieur das Einarbeiten in die Praxis, dem schon im Beruf stehenden die Verständigung mit der Werkstatt wesentlich erleichtern.

Will sich der Ingenieur einem größeren Kreis verständlich machen, dann bedient er sich des technischen Lichtbildes.

Aber auch hier lagen die Verhältnisse wie bei der Zeichnung. Das Fehlen einheitlicher Regeln brachte Bilder zustande, die alles andere als zweckmäßig waren. Jeder Vortragende hatte seine eigene Anschauung darüber, wie er den zu zeigenden Stoff seinen Hörern am klarsten zu bringen habe, häufig fehlte ihm dabei die Kenntnis vom Wesen des Lichtbildes vollständig.

Das Verdienst, die guten Einzelerfahrungen auf diesem Gebiet zusammenzutragen und einheitliche Richtlinien aufzustellen, muß der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale (TWL) zugesprochen werden, die gleich dem Normenausschuß von der Industrie getragen wird und mit Wort und Bild bemüht ist, Ordnung auch in das Lichtbildwesen zu bringen.

Zweck dieser Zeilen soll sein, die Arbeiten der TWL zu unterstützen und ihren Richtlinien weitere Anerkennung und Beachtung zu verschaffen.

Bei technischen Lichtbildern kann es sich um Zeichnungen oder um Wiedergabe photographierter Gegenstände handeln.

Betrachten wir zunächst die erste Art.

Will oder kann der Vortragende wenig Zeit und Mühe aufwenden, dann skizziert er das, was er zur Erläuterung seiner Worte braucht, auf Skizzierpapier, klemmt es zwischen zwei Glasplatten und erreicht damit meist nur ein dunkles Etwas am Lichtschirm, was vielleicht ihn, aber nicht den Hörer befriedigt, auch dann nicht, wenn man durch Tränkung in Paraffinöl die Durchsicht etwas verbessert.

Ein zweites einfaches, aber besseres Verfahren besteht darin, die Zeichnung unmittelbar auf die Glasplatte zu zeichnen. Da in kleinem Maßstab auf glatter Fläche zu zeichnen ist, wird man dabei aber nicht über einfache Freihandzeichnungen hinausgehen dürfen.

Das üblichste und beste Verfahren ist und bleibt aber, eine gute Zeichnung in größerem Maßstabe anzufertigen und sie auf photographischem Wege zu verkleinern. Nun wird ein Glasnegativ und davon wieder ein Glaspositiv, das eigentliche Lichtbild, hergestellt. Die Zeichnung erscheint am Lichtschirm mit schwarzen Linien auf weißem Grunde.

Digitized by Google

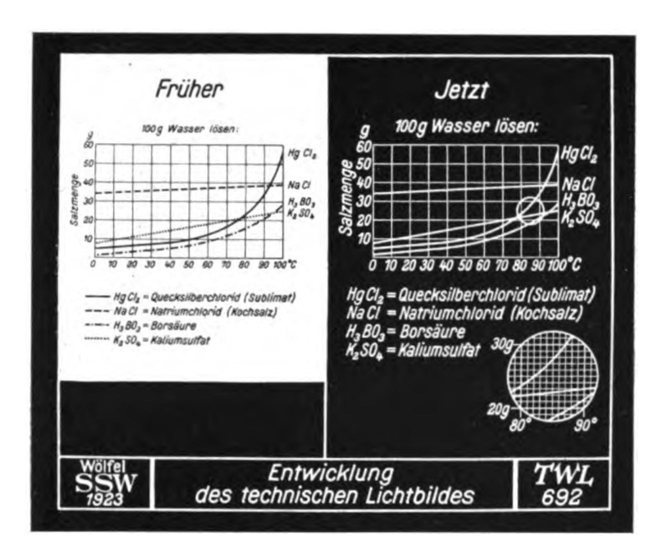


Bild 1. Gegenüberstellung des früheren und jetzigen Verfahrens.

Will man Verschiedenartiges trennen oder Einzelheiten herausheben, muß man punktierte oder gestrichelte Linien zu Hilfe nehmen.

Auf dieser Stufe der Entwicklung ist das technische Lichtbild jahrzehntelang stehen geblieben, bis die TWL eingriff und zeigte, daß das zuerst entstehende Glasnegativ ohne weiteres im Lichtbildwerfer verwendet werden kann, womit gleichzeitig eine Reihe schwerwiegender Vorteile verbunden sind (Bild 1):

die weißen Linien so deutlich hervor, daß der Vortragssaal nicht ganz verdunkelt zu werden braucht. Der Vortragende kann die Zuhörer erkennen, und diese können sich Aufzeichnungen machen.

3. Mit einfachsten Mitteln läßt sich durch Färbung der Linien das Zusammengehörige herausheben, so daß es keines besonderen Hinweises des Vortragenden bedarf. Der Zuschauer ist sofort im wahren Sinne des Wortes »im Bilde«.

In dem hier gezeigten Beispiel kann man die $HgCl_2$-Linie und den zugehörigen Text rot, die $NaCl$-Linie blau, die H_3BO_3-Linie grün, die K_2SO_4-Linie gelb färben.

4. Das Herausholen eines kritischen Punktes, wie hier die Temperatur zwischen 80° und 90° bei 20 und 30 g Salzmenge, ist zwar keine besondere Eigenschaft des neuen Verfahrens; es läßt sich aber sinnfälliger durch gleiche Färbung der Umgrenzungskreise und in der Vergrößerung durch Wiederholung der Linienfärbung auf den Zusammenhang hinweisen.

Um auch Einheitlichkeit in das Format und die Beschriftung zu bringen, hat die TWL, von der deutschen Industrienorm 108 ausgehend, sich ausschließlich zum Format $8^1/_2 \times 10$ cm bekannt, besonders auch darum, weil es als international eingeführt betrachtet werden kann.

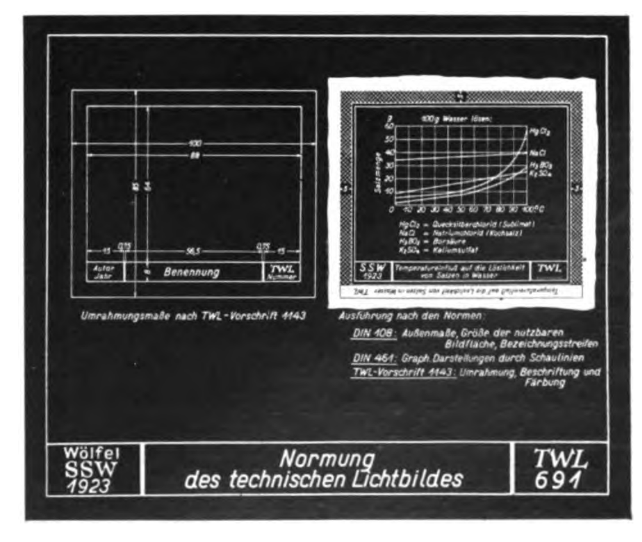


Bild 2. Die genormten Abmessungen des Lichtbildes.



Bild 3. Festsetzung der Schriftgrößen mit Rücksicht auf die Lesbarkeit.

1. Das Glaspositiv wird gespart.

2. Der das Auge blendende weiße Grund wird vermieden, und aus dem dunklen Grunde treten

Die TWL-Richtlinien verlangen ferner, daß jedes Bild eine Benennung, den Namen des Verfassers, seiner Firma, das Jahr des

Digitized by Google

Entstehens und eine laufende Nummer aufweist (Bild 2).

Laut Vereinbarung mit der TWL sind Lichtbilder, die von allgemeiner Bedeutung sind, in Kopie der TWL zu überweisen. Dort werden sie mit den dazugehörigen Textblättern gesammelt und Vortragenden, besonders dem Lehrkörper von technischen Hoch- und Mittelschulen, die heute bei den hohen Preisen für photographisches Material nicht mehr in der Lage sind, sich selbst Lichtbilder anzufertigen, zur Verfügung gestellt.

Auf den umgekehrt beschriebenen Klebstreifen sei noch besonders hingewiesen, er soll stets so angebracht sein, daß er bei Aufprojektion der Lichtquelle, bei Durchprojektion dem Lichtschirm zugewendet ist. Da das Lichtbild stets umgekehrt in den Rahmen des Bildwerfers gesteckt werden muß, empfiehlt es sich, den Streifen so zu beschriften, daß der Vorführer den Text in dieser Stellung lesen kann. Auch im Aufbewahrungskasten erleichtert diese Beschriftung die Übersicht.

Die Lesbarkeit der Beschriftung spielt im Vortrag eine große Rolle. Die Aufmerksamkeit des Hörers wird stark abgelenkt, wenn er zu kleine Schrift oder Maße entziffern soll. Darum wurden auch die Schriftgrößen ausgeprobt und Regeln dafür aufgestellt (Bild 3).

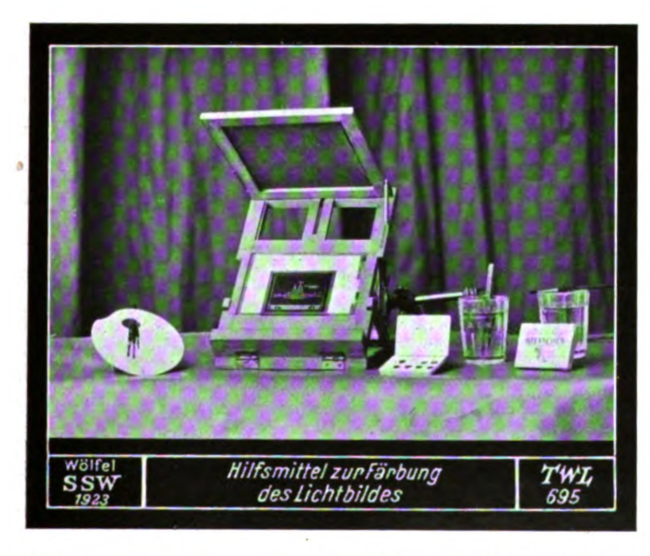


Bild 4. Einfachste und zweckmäßigste Hilfsmittel zur Färbung des Lichtbildes.

Die Färbung der Lichtbilder ist sehr einfach. Prof. Ostwald gibt einen kleinen Farbkasten, „Kleinchen" genannt, heraus, der acht bunte

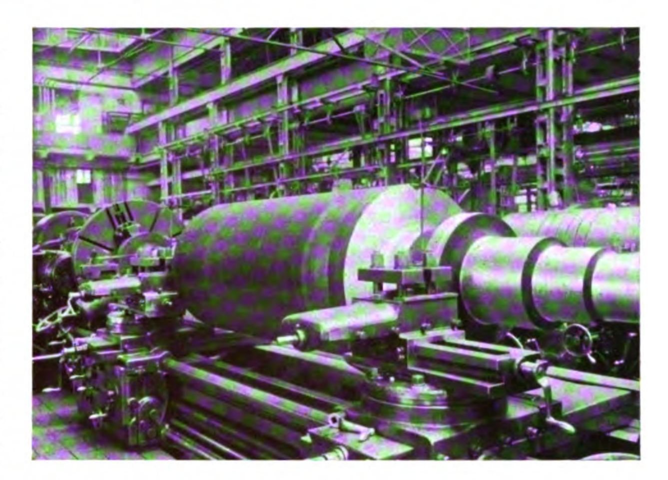


Bild 5. Gegenbeispiel eines nicht genormten Lichtbildes.

Wasserfarbentabletten enthält, die den leicht verderblichen Eiweiß-Lasurfarben vorzuziehen sind. Sie sind sehr leuchtkräftig und ihre Anwendung ist außerordentlich bequem. Es kommt nicht darauf an, die zu färbende Linie haargenau zu treffen, der dunkle Grund des Dianegatives dunkelt nur sehr wenig nach, wenn ihn etwas Farbe trifft. Die zur Färbung des Lichtbildes benötigten Hilfsmittel sind in Bild 4 zusammengestellt. Die Farbe wird auf der Schichtseite aufgetragen.

Eine große Rolle im technischen Vortragswesen spielt neben der Zeichnung die photographische Wiedergabe körperhafter Gegenstände. Die TWL verwirft das bisherige Verfahren, einen Abdruck der Photographie ohne weitere Bearbeitung (Bild 5) auf den Schirm zu werfen und es dem Vortragenden zu überlassen, zu dem, worauf es ankommt, die nötigen Erläuterungen zu geben. Sie würde an diesem Bilde z. B. bemängeln, daß jeder Maßstab fehlt, daß die Hauptsachen nicht betont sind, daß im Gegenteil das Beiwerk die Aufmerksamkeit des Beschauers ablenkt.

Bei einer nach den TWL-Vorschriften durchgebildeten technischen Aufnahme, wie sie Bild 6 zeigt, soll das Beiwerk abgeschwächt werden und ein Maßstab irgendwelcher Art, in diesem Falle der Mensch, angebracht sein. Daß Einzelheiten durch Farbe hervorgehoben werden können, daß auch das gegenständliche Bild umrahmt werden kann wie das Lichtbild der technischen Zeichnung, ergibt sich nach dem oben Gesagten von selbst. Bild 6 ist eine Kopie des derartig genormten Lichtbildes.

Digitized by Google

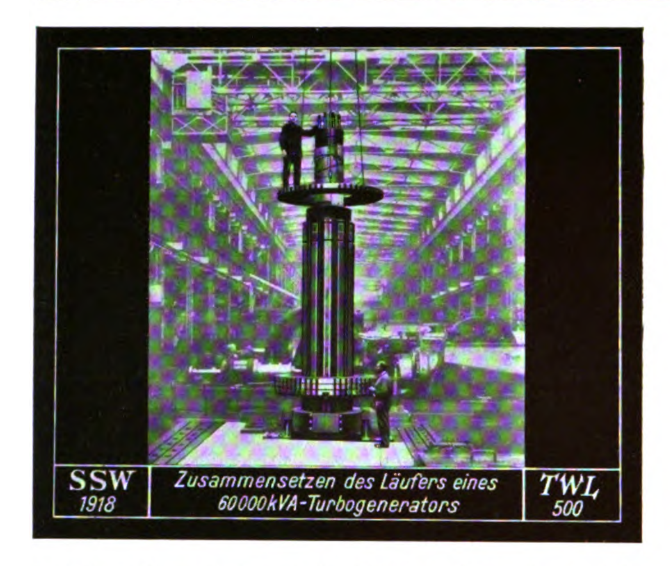


Bild 6. Hervorhebung des Wesentlichen durch Abschwächen des Hintergrundes.

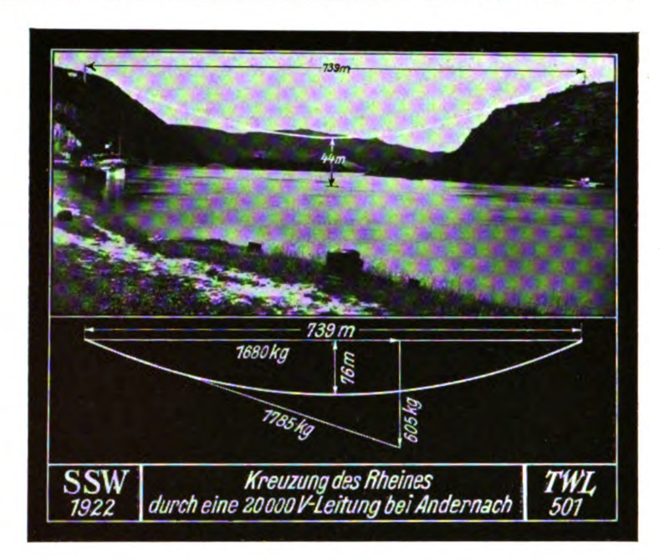


Bild 7. Ergänzung des Landschaftsbildes durch technische Einzelheiten.

Wie weit sich die Ausdrucksfähigkeit des technischen Lichtbildes steigern läßt, ist aus Bild 7 ersichtlich.

Wenn nach den TWL-Vorschriften die durchhängende Leitung im Landschaftsbild und in der graphischen Skizze, sowie das Wort „Leitung" im Titel rot, die Belastungszahlen grün und die Maßzahlen gelb gefärbt werden, hieße es die Auffassungsgabe des Hörers unterschätzen, wenn ein Vortragender vor einem Kreis von Fachleuten viel Worte machen würde und glaubte, die Einzelheiten noch erläutern zu müssen. Es muß zugestanden werden, daß ein derartig durchgearbeitetes Lichtbild für sich selbst spricht.

Durch die Normung wurde das technische Lichtbild auf eine höhere Abschlußstufe gehoben, womit natürlich nicht gesagt sein soll, daß weitere Verbesserungen ausgeschlossen sein sollen.

Der eifrigste Förderer auf diesem Gebiet war der verstorbene Dr.-Ing. Lasche, der Begründer der TWL, auf dessen Veröffentlichungen und Anregungen noch besonders hingewiesen sei*).

*) 1. Dr.-Ing. e. h. O. Lasche: »Leitsätze für Vortragswesen und Lehrmittel«, Betrieb 1921, Heft 6.
2. Dr.-Ing. e. h. O. Lasche: »Deutsches technisch-wissenschaftliches Vortragswesen, ein Beitrag zur Ingenieurfortbildung«, VDI-Zeitschrift 1922, Heft 1.
3. Dr.-Ing. e. h. O. Lasche: »Deutsches Ingenieurfortbildungswesen«, Stahl und Eisen, Nr. 1 vom 5. Januar 1922.

Beregnungsanlagen mit elektrisch angetriebenen Kreiselpumpen

Von Ing. Theod. Klindt, Abteilung Industrie der SSW.

Veranlaßt durch die wirtschaftliche Not, die gebieterisch höchste Ertragssteigerung des vorhandenen Bodens fordert, haben in neuester Zeit Technik und Landwirtschaft ihr Augenmerk der künstlichen Bewässerung von Feld und Garten in steigendem Maße zugewandt. Drei Arten von künstlicher Bewässerung werden in der Praxis unterschieden: Die Furchenrieselung, die Grabenbewässerung und die künstliche Beregnung. Bei der Furchenrieselung wird das Wasser durch regelmäßig angelegte Furchen verteilt und den Pflanzen zugeleitet; eine derartige Bewässerung erfordert völlig ebenes Gelände und wenig durchlassenden Boden. Die Grabenbewässerung geschieht in ähnlicher Weise, nur daß hierbei wenige und größere Furchen vorgesehen sind; die Vorbedingungen und Nachteile sind dieselben wie bei der Furchenrieselung. Bei beiden geht eine Menge Wasser verloren, d. h. versickert im Boden und gelangt nicht zu den Wurzeln der Pflanzen, um diesen die Nährstoffe des Bodens zuführen zu können. Eine bedeutend wirt-

Digitized by Google

schaftlichere Bewässerung geben künstliche Beregnungsanlagen, so daß diese sich in der Landwirtschaft immer mehr einführen: schon viele derartige, mustergültig arbeitende Anlagen sind in Betrieb.

Besonders bei Anlagen kleineren Umfanges wie Gärtnereien, Anlagen zur Zucht von Frühgemüse und ähnlichen hat die künstliche Beregnung sich außerordentlich gut bewährt. Man brauchte früher mehrere Arbeitskräfte, die ausschließlich damit beschäftigt waren, die tägliche Bewässerung der Beete mittels Gießkannen durchzuführen. Die teure menschliche Arbeitskraft wurde wenigstens zum Teil ausgeschaltet, als man maschinell angetriebene Pumpen anschaffte und das Wasser durch Schlauch und Spritzenmundstück verteilte. Aber auch diese Art der Beregnung erfordert immer noch menschliche Arbeitskraft, auch gelang es nie, das Wasser so gleichmäßig zu verteilen, daß jede Pflanze die angemessene Menge erhielt; ferner verkrustete der Boden durch zu starken Druck des Wasserstrahles oder der Wassertropfen, ein Nachteil, der schon bei der Gießkannen-Bewässerung unangenehm empfunden wurde. Als man schließlich zur künstlichen Beregnung überging, zeigte sich, daß hiermit alle erwähnten Nachteile vermieden wurden und die Technik kam der Landwirtschaft entgegen, indem sie zweckmäßige Pumpen baute und geeignete Düsen konstruierte, die das Wasser gleichmäßig und mit gelindem Druck wie ein stetiger Landregen über den Boden verteilten.

Eine derartige Anlage mittlerer Größe, die bereits längere Zeit im Betrieb ist, ihre Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit bewiesen hat und bedeutende Ertragssteigerungen möglich machte, soll in folgendem beschrieben werden:

Es handelt sich um eine Gärtnerei in Norddeutschland, die sich in der Hauptsache mit der Zucht von Frühgemüse und Frühobst, wie Erdbeeren, Kartoffeln, Tomaten, Gurken usw., befaßt. Die Bewässerung der Frühbeete geschah bisher durch vier Arbeitskräfte, die den Tag über vollauf zu tun hatten, das Wasser mittels Gießkannen heranzuholen und über die Beete zu verteilen.

Um Arbeitslohn zu sparen und alle schon oben erwähnten Unzuträglichkeiten der Gießkannenbewässerung zu vermeiden, entschloß man sich zum Bau einer Beregnungsanlage mit elektrisch angetriebener Pumpe. Das Wasser war aus einem tiefen Brunnen, also mit großer Saughöhe, zu fördern.

Dieser großen Saughöhe wegen, und um bei jedesmaligem Einschalten der Anlage unbedingt sicher anzusaugen, hätte hier eine Kolbenpumpe verwendet werden können. Man wollte aber unter allen Umständen die Vorteile einer Kreiselpumpe, wie geringes Gewicht des gesamten Maschinensatzes, sicheres Arbeiten, Unempfindlichkeit gegen Sand usw. sich nicht entgehen lassen und wählte deshalb eine selbstsaugende Kreiselpumpe, und zwar die bekannte Elmo-Kreiselpumpe der Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. in Siemensstadt, die bei einer Druckhöhe von 40 m etwa 40 l/min Wasser fördert (Bild 1).

Diese Pumpe, deren Antriebsmotor durch einen einfachen Schalter angelassen wird, ist mit ihrem Druckstutzen an eine Rohrleitung angeschlossen, die entlang dem Hauptweg der Gärtnerei fest verlegt und etwa alle 10 m mit einer Zapfstelle versehen ist, die ein wenig aus dem Boden hervorragt und durch einen Hahn verschlossen werden kann. An eine derartige Zapfstelle wird mittels Druckschlauches eine leicht transportable Rohrleitung mit einer entsprechenden Anzahl T-Stücke zum Anbringen der Rohre oder Schläuche für die Sprengdüsen

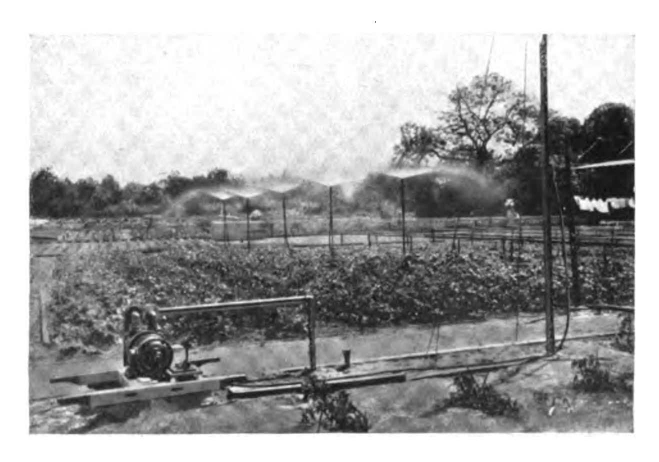


Bild 1. SSW-Pumpe und -Motor auf Trage mit angeschlossener Beregnungsanlage. *TWL*

angeschlossen. Es kommen hier zwei verschiedene Arten von Sprengdüsen zur Anwendung. Die eine verteilt das Wasser über eine kreisförmige

Digitized by Google



Bild 2. Halbkreisförmige Beregnung von Frühbeeten.

Fläche, während von der anderen eine Halbkreisfläche oder ein Kreisausschnitt bestrichen wird, so daß man mit dieser auch Frühbeete beregnen kann, ohne die manchmal sehr schweren Fenster abheben zu brauchen. Es ist nur nötig, die Fenster einen Spalt breit hochzustellen und durch diese Öffnung das Wasser halbkreisförmig über das Beet regnen zu lassen (Bild 2).

Einwandfreie Messungen an der ausgeführten Anlage ergaben, daß die Reichweite der Wassertropfen bei Verwendung nur einer Düse sich bis zu 8 m erstreckt, so daß also eine Kreisfläche von 16 m Durchmesser = etwa 200 m² bewässert wurde. Eine ganz gleichmäßige Beregnung wurde erzielt bis zu 7 m Reichweite (Bild 3). Bei Anwendung mehrerer Düsen ist die Reichweite der

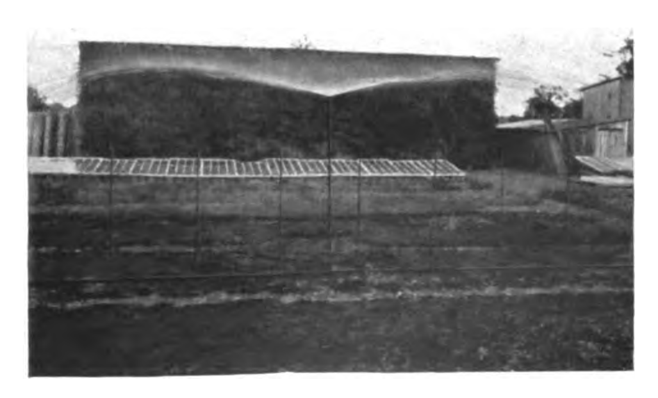


Bild 3. Kreisförmige Beregnung (Reichweite bis 16 m Durchmesser).

einzelnen Düsen natürlich etwas geringer. Die bestrichene Kreisfläche bei zwei Düsen hatte für jede Düse einen Durchmesser von 12 m, so daß also mit beiden Düsen zusammen eine gesamte Fläche von $2 \times 113 = 226$ m² bewässert wurde. Die gleichmäßige Beregnung erstreckte sich über einen Kreis von 10 m Durchmesser für jede Düse. Bei einer Düse betrug der Druck unmittelbar an der Düse gemessen etwa 3,9 at. Da die Pumpe hierbei etwa 1,8 m³/h förderte, so erhielt jeder Quadratmeter Bodenfläche in der Stunde eine Wassermenge von etwa 9 l. Bei zwei Düsen waren an der Düse etwa 3,2 at Druck. Die geförderte Wassermenge betrug hierbei 2,5 m³/h, demgemäß erhielt jeder Quadratmeter etwa 11 l Wasser. Eine genaue Untersuchung der hauptsächlichsten Düsenarten wurde von Geh. Regierungsrat Prof. E. Krüger, Berlin, durchgeführt[1]).

Die für die Anlage verwendete Pumpe hat einschließlich des Elektromotors nur ein Gewicht von etwa 70 kg und ist auf einer Trage montiert, so daß ein Platzwechsel der Pumpe ohne weiteres vorgenommen werden kann, ein Vorteil, der sehr ins Gewicht fallen dürfte, wenn bei einer Anlage mehrere Brunnen von wechselnder Ergiebigkeit vorhanden sind (Bild 1). Die vorliegende Anlage hat keinen Hochbehälter; auch ein Druckkessel mit Armaturen, wie Sicherheitsventil usw. wurde nicht benötigt, da bei der verwendeten Pumpe ein unzulässiges Ansteigen des Druckes bei etwaiger Verstopfung der Düsen nicht eintreten kann. Die ganze Beregnungsanlage ist also denkbar einfach, sowohl was die Installation als auch den Betrieb anbelangt. Über den elektrischen Antrieb selbst braucht kaum noch ein Wort gesagt zu werden, da er in der Landwirtschaft überall seine Zweckmäßigkeit bewiesen und weiteste Verbreitung gefunden hat, zumal es durch das sich in neuerer Zeit immer weiter ausdehnende Netz der Überlandkraftwerke kaum noch ländliche Bezirke geben dürfte, in denen kein elektrischer Strom zur Verfügung steht. Elektrisch angetriebene Beregnungsanlagen lassen sich fast überall anlegen und stellen mit selbstansaugenden Kreiselpumpen derzeit das zweckmäßigste und einfachste künstliche Bewässerungsmittel für ländliche Kleinbetriebe dar.

[1]) Berichte hierüber siehe „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure", Heft 3 vom 18. 1. 19 und Heft 15/16 vom 17. 4. 20.

Digitized by Google

Richtigstellung

In den AEG-Mitteilungen, Heft 1, Januar 1924, ist in einem Aufsatz: „Die Bandagenkonstruktion der AEG-Turbogeneratoren" ein im Ausland eingetretener Unfall an einem Dampfturbinensatz, der vor 12 Jahren errichtet wurde, zu dem Versuch benutzt worden, die Überlegenheit der Bandagenkonstruktion, wie sie die AEG-Turbogeneratoren besitzen, gegenüber der Konstruktion mit massiven Induktorkappen, die von fast allen Firmen, auch von den SSW, ausgeführt wird, zu beweisen.



Bild 1. Die angeblich explodierte Induktorkappe.

Der Aufsatz sagt: „Die Zerstörung des Generators ist durch den Bruch einer der massiven Induktorkappen hervorgerufen worden, nachdem bei einer plötzlichen Entlastung der Regulator sowohl als auch das Schnellschlußventil versagt hatten und die Turbine infolgedessen durchgegangen war." Weiter heißt es an einer Stelle: „zeigt den Induktor, dessen erregerseitige Kappe explodierte". Unter einem Bilde befindet sich die Unterschrift: „Stator eines 6000 kW-Generators nach der Explosion einer Rotorkappe". Ebenso ist bei der Unterschrift unter dem nächsten Bilde „die Explosion der Kappe" erwähnt.

Bild 1 zeigt, daß die zweite erregerseitige Kappe nicht explodiert ist. Die erste verblieb überhaupt auf dem Rotor.

Wie auch in den AEG-Mitteilungen zugegeben, ist das Versagen des Schnellschlußventils und das hierdurch herbeigeführte Durchgehen der Dampfturbine die Ursache des Betriebsunfalles. Welcher Teil der Gesamtanlage bei der auf das Doppelte gesteigerten Drehzahl und den dementsprechend auf das Vierfache gesteigerten zentrifugalen Kräften zuerst nachgegeben hat, ist schwer festzustellen.

Es liegt uns fern, im einzelnen auf die Vor- und Nachteile der einen oder anderen Konstruktion einzugehen. Die allseitigen Erfahrungen mit der Kappenkonstruktion sind derartig gute, daß sich alle Auseinandersetzungen erübrigen.

Wir sind uns bewußt, daß eine solche Richtigstellung ungewöhnlich ist; wir waren aber dazu gezwungen, weil in dem Aufsatz der AEG Schlußfolgerungen auf einer Behauptung aufgebaut wurden, die mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmt.

SSW

Die Grundwasserabsenkung beim Bau der dritten Seeschleuse in Wemeldinge (Holland, Provinz Zeeland).

Von Dipl.-Ing. Schwarte. Siemens-Bauunion.

Das Verfahren der Grundwasserabsenkung bei der Gründung von Ingenieurbauten gewinnt infolge seiner wirtschaftlichen Vorteile bei der heutigen allgemeinen wirtschaftlichen Krise Europas in Fachkreisen immer größere Beachtung. Im Jahre 1922 wurde an dieser Stelle[1]) die Grundwasserabsenkung beim Bau der neuen Schleuse in Södertälje (Schweden) besprochen, die deshalb besonders bemerkenswert war, weil dort zum ersten Male das Verfahren der Grundwasserabsenkung in grobem, stark durchlässigem Boden zur Anwendung kam. Der Baugrund in Södertälje bestand aus grobem Kies und Sand mit eingelagerten Felsstücken und großen Steinen, wie sie die Überreste von Moränen aufweisen. Entsprechend dem groben Untergrund wurde ein starker Wasserandrang erwartet. Die tatsächliche Fördermenge betrug auch 2 100 Liter in der Sekunde.

Inzwischen wurden in Holland mehrere Bauten mit Hilfe des Grundwasserabsenkungsverfahrens ausgeführt, bei denen die Boden- und Wasserverhältnisse geradezu das Gegenteil darstellten. Feiner Sand, der mit Klai innig vermischt ist,

[1]) Siemens-Zeitschrift 1922, Heft 8.

Digitized by Google

ließ einerseits einen sehr geringen Wasserandrang erwarten, andererseits eine sehr schwere Abgabe des Wassers aus dem feinen, schwammartig wirkenden Untergrund. Die Wirtschaftlichkeit des Grundwasserabsenkungsverfahrens hat sich auch in diesem Untergrund so bewährt, daß sich ein näheres Eingehen auf eines dieser Bauwerke, die Seeschleuse in Wemeldinge, verlohnt.

Durch den Bau des großen Eisenbahndammes, der die Vlissinger Eisenbahnlinie vom Festlande auf die Inseln der Provinz Zeeland überführt, wurde in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts die rechte Scheldemündung, die Ooster-Schelde, abgedämmt. Dadurch wird die Hauptfahrstraße nach Antwerpen, die Wester-Schelde, infolge der erhöhten Wasserführung auf der für die Seeschiffahrt erforderlichen Tiefe erhalten, und durch allmähliche Versandung des inneren Teils der Ooster-Schelde auf der Nordseite des Bahndammes werden zwischen der Insel Zuid-Beveland und Bergen op Zoom ausgedehnte Strecken fruchtbaren Marschlandes gewonnen. Um nun nicht an den langen Umweg um die Inselgruppe der Provinz Zeeland, die Inseln Walcheren, Noord- und Zuid-Beveland, gebunden zu sein, verlangte Belgien von Holland die Aufrechterhaltung eines ausreichenden Schiffahrtsweges, durch den der Verkehr zwischen Antwerpen und Rotterdam geführt werden sollte. Die Benutzung der Meeresarme zwischen den Inseln Walcheren und Beveland kam nicht in

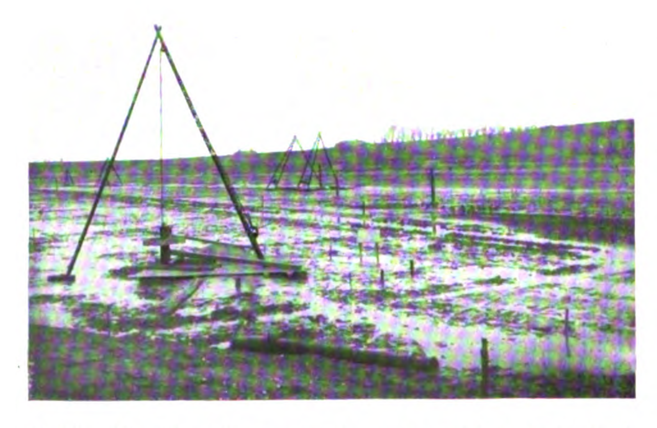


Bild 1. Die überschwemmte Baugrube während des Aufbaues der Grundwasserabsenkungsanlage.

Frage, da die Wassertiefe an sich schon gering ist und noch infolge der allmählichen Versandung dauernd abnimmt. So entstand als Ersatz der gesperrten Ooster-Schelde eine künstliche Wasserstraße: der „Kanaal door Zuid-Beveland". Er führt in gerader Nord-Süd-Linie durch die Insel und steht durch die Schleusenanlagen von Hansweert mit der Wester-Schelde, durch die Anlage von Wemeldinge mit der Ooster-Schelde in Verbindung.

Infolge der dauernd steigenden Ausmaße der Schiffsgefäße reichten die bisherigen Anlagen nicht mehr aus, und noch vor dem Kriege entschloß sich die holländische Regierung zum Bau je einer neuen Schleuse in Hansweert und in Wemeldinge. Die erste wurde noch im Jahre 1914 gebaut, die zweite kam erst nach dem Kriege in den Jahren 1922—1923 zur Ausführung und steht jetzt vor ihrer Vollendung.

Die beiden Schleusen gehören zu den in Holland häufigen Bauwerken, die auf einer auf Pfahlrost gegründeten Eisenbetonplatte ruhen. Die Sohle bildet ein auf Pfählen ruhendes Eisenbetongerippe, dessen freie Zwischenflächen ausgepflastert sind. Alle aufgehenden Bauwerksteile sind in Klinkermauerwerk ausgeführt. Die Abmessungen sind etwa 135 m Kammerlänge, 15 m Kammerbreite, die sich in der Kammermitte bis auf 37 m vergrößert, 7,5 m Drempeltiefe unter Normalnull des Amsterdamer Pegels entsprechend den Anforderungen des Verkehrs.

Die Gründungsarbeiten der Schleuse waren wegen des überaus feinen Bodens, Sand und Klai in dichtester Schichtenfolge, ganz besonders schwierig. Bei Verwendung einer offenen Wasserhaltungsanlage, wie sie in Wemeldinge in allererster Zeit zur Anwendung kam, liefen die Böschungen aus. In Hansweert hatte man sogar trotz Verwendung einer Grundwasserabsenkungsanlage mehrfach Erdrutschungen und Bodenbewegungen; allerdings waren stets Versagen der Anlage und unmittelbar darauf steigender Grundwasserstand die Veranlassung.

Für den Bau der Wemeldinger dritten Schleuse wurde die Baugrube zunächst unter offener Wasserhaltung bis 4 m unter den ursprünglichen Grundwasserspiegel ausgehoben. Der Wasserandrang war jedoch so stark, daß ein weiterer Bodenaushub nicht in Frage kam, weil die Böschungen ausliefen und die Aufrechterhaltung der Baugrubenform nicht möglich war. Man entschloß sich also auch in Wemeldinge zur Anwendung des Grundwasserabsenkungsverfahrens mittels Rohr-

Digitized by Google

brunnen, das den Vorteil bietet, daß das Grundwasser bereits abgefangen und dem Boden entzogen wird, bevor es die eigentliche Baugrube und deren Böschungen erreicht und letztere durch Wassersättigung in einen schlammigen, fließenden Zustand versetzt. Mit der Ausführung der Grundwasserabsenkungsanlage in Wemeldinge wurde die Siemens & Halske A.-G. Waterbouwkundige Werken, 's-Gravenhage, die holländische Niederlassung der Siemens-Bauunion G. m. b. H., Kommanditgesellschaft, beauftragt.

Die Ausführung der Grundwasserabsenkung bot insofern besonderes Interesse, als das Verfahren der „Staffelung in sich selbst" zur Anwendung kam und die örtlichen Verhältnisse, wie bereits oben erwähnt, einen Grenzfall darstellten, der den Beweis erbrachte, daß das Verfahren der Grundwasserabsenkung in jeder Bodenart mit wirtschaftlichem Erfolg durchführbar ist.

Beim ersten Einbau der Anlage wurden 3 Pumpensätze, 49 Rohrbrunnen und rund 717 m Rohrleitung verwendet. Die Pumpen waren Kreiselpumpen der Firmen Klein, Schanzlin & Becker und Brodnitz & Seidel, mit Drehstrommotoren von 48 und 70 PS der SSW auf gemeinsamer Grundplatte gekuppelt. Die eingebauten Brunnen haben 150 mm Filterdurchmesser, sind mit feiner kupferner Filtertresse bezogen und mit Schieber und Rückschlagklappe ausgestattet. Die Rohrleitungen sind Flanschenrohre von 200 bis 300 mm Durchmesser.

Der für den Betrieb der Anlage erforderliche Kraftstrom wurde von einer in Hansweert liegenden Kraftstation des Rijks-Waterstaats erzeugt, und zwar als Gleichstrom von 6000 V Spannung, wie er zum Betrieb der Schleusenanlage in Hansweert benötigt wird. Der Gleichstrom wird durch ein Erdkabel nach Wemeldinge geführt und in einer Transformatorenstation auf Drehstrom von 220/380 V und 50 Perioden umgewandelt.

Die Grundwasserabsenkungsanlage wurde Ende April 1922 in Betrieb genommen und läuft seitdem ununterbrochen. Die abgesenkte Fläche beträgt etwa 21 000 m², die erste Absenkung in der Schleusenmitte erreichte 6 m Tiefe unter dem ursprünglichen Grundwasserspiegel.

Um nun die endgültig erforderliche Absenkung auf 8 m Tiefe zu erreichen, wurde mit dem Beginn der Erdarbeiten die gesamte Anlage einschließlich der Pumpenstation durch „Staffelung in sich selbst" tiefer gesetzt. Die Saugebrunnen waren von vornherein auf 14 m Tiefe gebohrt, so daß auch noch nach der Tiefersetzung die für die Kreiselpumpe erforderliche Saughöhe erhalten blieb. Die Staffelung erfolgte so, daß eine Leitungsstrecke parallel zur bestehenden auf tiefere Ordinaten verlegt und durch Querleitungen mit der bestehenden Leitung verbunden wurde. Sodann wurden die Brunnen von der alten Leitung gelöst, tiefer gesetzt und an die neue Leitung angeschlossen. Allmählich wird so die gesamte Anlage umgebaut und gleichzeitig die Absenkung des Grundwasserspiegels auf eine Tiefe gebracht, die Bodenaushub und Betonierung im Trockenen erlaubt.

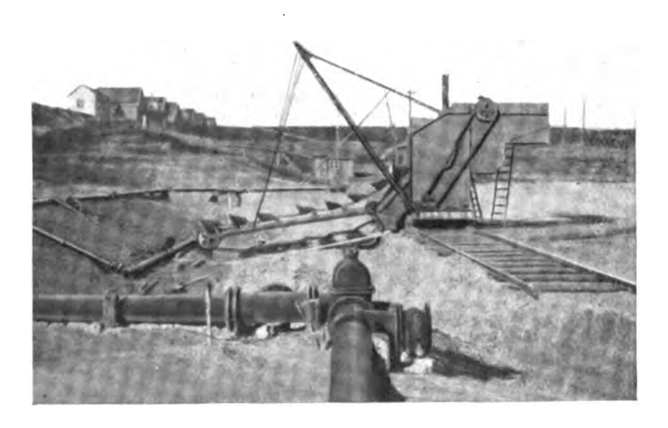


Bild 2. Das Tieferlegen der Anlage durch Staffelung in sich selbst. *TWL*

Ganz erhebliche Schwierigkeiten bereiteten zwei Erscheinungen, die auch schon in Hansweert, allerdings infolge der kürzeren Bauzeit in geringerem Maße, störend in Erscheinung getreten waren. Die erste Erscheinung war das Vorhandensein von Gasen im Grundwasser, die nachteilig auf den Betrieb der Kreiselpumpen wirkte. Als Gegenmittel wurde eine Entlüftungsanlage zwischen Pumpen und Saugleitung eingeschaltet, die dem Grundwasser schon vor dem Eintritt in die Pumpen durch Erzeugung eines hohen Vakuums die Gase entzog, so daß ein Abreißen des Wasserfadens verhindert wurde. Betrieben wurde die Entlüftungsanlage mit einem Elmo-Luftpumpen-Satz der Siemens-Schuckertwerke mit Ständeranlasser. Durch letzteren wurde eine Überlastung des Stromerzeugers infolge hohen Stromverbrauches beim Anlaufen verhütet. Die Entlüftungsanlage hat

Digitized by Google

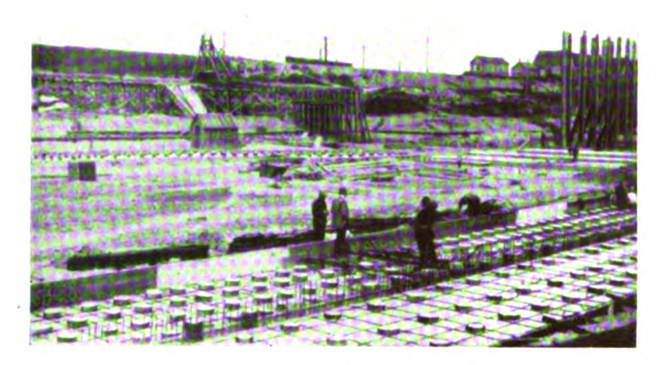


Bild 3. Betonierung des Eisenbetonrostes für die Kammermauern in der trockengelegten Baugrube. TWL

wertvolle Dienste geleistet, nicht nur bei der Bekämpfung der dauernd vorkommenden Gasstörungen, sondern auch bei der Gegenwirkung gegen die zweite störende Erscheinung: den Säuregehalt des Grundwassers.

Dieser war so stark, daß alle Teile der Grundwasserabsenkungsanlage empfindlich angegriffen wurden. Dickwandige Rohre wiesen nach einjährigem Betrieb Löcher und Anfressungen auf, die nur mit Holzpfropfen und fettigen Talgstoffen zu dichten waren. Im Laufe des Betriebes mußten viele Geräte wegen der weitgehenden Zerstörung ersetzt werden. Eine Erleichterung verschafften die aus der Notwendigkeit der Verhältnisse entstandenen „Zinkschutzsäcke", die durch elektrolytische Wirkung die Angriffskraft des säurehaltigen Wassers erheblich verminderten. Eine restlose Beseitigung dieser Angriffseigenschaften war undurchführbar, weil das Einsetzen der „Zinkschutzsäcke" an den Wassereintrittsstellen nachträglich nicht möglich war.

Im Verlaufe der Ausführung wurde die Absenkungsanlage durch Hinzufügen weiterer Brunnen ergänzt. Unter Berücksichtigung des zu erwartenden höheren Wasserandranges bei tieferer Absenkung war auch bereits von Anfang an durch Zwischenschaltung von T-Stücken dafür Sorge getragen worden, daß die Anlage jederzeit ohne Unterbrechung des Betriebes erweitert werden konnte. Um eine weitere Sicherheit für ungestörten Betrieb zu haben, wurde für die Zeit der Betonierungsarbeiten eine Kraftreserve aufgestellt, die aus einer Lokomobile neuzeitlicher Bauart von 120 PS Dauerleistung und einem Generator von 75 kVA der Siemens-Schuckertwerke bestand.

Für die Gesamtanlage wurde bei der Ausführung durch Beobachtungen ein Durchlässigkeitswert bestimmt, der mit dem für den Entwurf berechneten und als maßgebend vorausgesetzten Werte übereinstimmt. Die gesamte Wasserförderung der Anlage wuchs mit zunehmender Absenkung von 90 auf 140 Sekundenliter, die tiefste erreichte Absenkung betrug 8 m, eine beträchtliche Leistung für eine einstaffelige Anlage, die unter gewöhnlichen Verhältnissen 3,5 bis 4,0 m nicht übersteigt.

Der Bodenaushub, die Rammarbeiten und die Betonierungsarbeiten konnten in der vorgesehenen Weise im Trockenen ausgeführt werden. Das beim Spülen der Pfähle in den Boden eingebrachte Wasser wurde während der Nacht stets vollkommen von der Grundwasserabsenkungsanlage wieder beseitigt.

Eine eigenartige Erscheinung, die während der Bauausführung beobachtet wurde, verdient noch Erwähnung:

Die unmittelbare Nähe der Baustelle neben dem den Gezeitenerscheinungen ausgesetzten Meeresarm rief naturgemäß auch Schwankungen des Grundwasserspiegels hervor, die in genauer Übereinstimmung mit dem Außenwasserstande waren. Flut und Ebbe im Grundwasser wechselten in gleichen Zeitabständen wie im Außenhafen, verzögert nur durch den an Widerständen reichen Weg durch das Erdreich. Nach einiger Zeit des

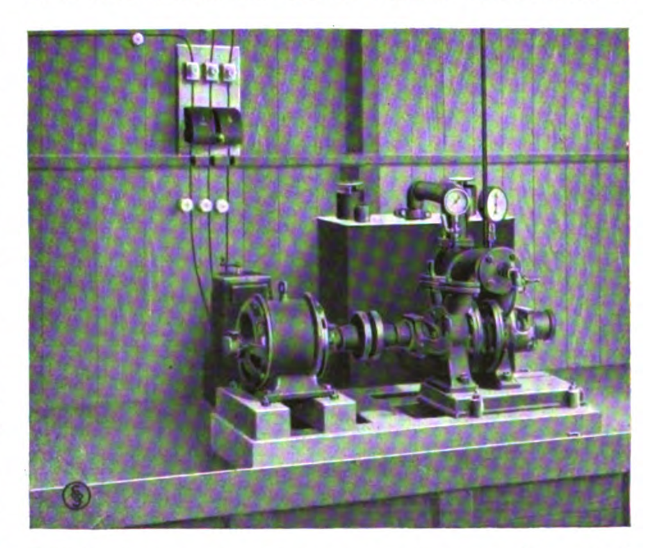


Bild 4. Inneres der Hauptpumpstation mit Elmo-Luftpumpensatz. TWL

Digitized by Google

Dauerbetriebes hatten sich die Wasserfäden ihren neuen Weg gebahnt, und der Zeitunterschied zwischen Hochwasser im Außenhafen und im Grundwasser verringerte sich von 180 auf 45 und sogar bis auf 30 Minuten.

Zur Zeit befindet sich die Anlage in Wemeldinge noch im Betriebe, ist aber bereits im allmählichen Abbau begriffen. Die Betonierungsarbeiten sind inzwischen vollendet, und nach Fertigstellung der aufgehenden Bauwerksteile und der Montage der Schleusentore kann auch der restliche Teil der Grundwasserabsenkungsanlage nach erfolgreicher Erfüllung der Gesamtaufgabe ausgebaut werden.

Die Schaltungen der selbsttätigen Streckenblockanlagen

Von Dr.-Ing. Arndt, Blockwerk der Siemens & Halske A.-G.

Die Betätigung der selbsttätigen Signaleinrichtungen durch die Achsen des Zuges und die Wirkungsweise aller Einrichtungen läßt sich an Hand der Schaltung aller Stromkreise leicht übersehen. Besondere Darstellungsformen der Schaltungen haben sich entwickelt, die unter Fortlassung aller für das Verständnis nicht wichtigen Einzelheiten vornehmlich das Grundsätzliche klar erkennen lassen.

Bei den von Siemens & Halske zuerst ersonnenen und allgemein im deutschen Sicherungswesen eingeführten Schaltungsübersichten ist die Führung der einzelnen Stromlinien in besonderer Weise durchgeführt. Die Kontakte der Blockrelais sowie der Signalflügel, Stellantriebe u. a. sind gemäß beistehender Zeichenerklärung Bild 1 schematisch durch einfache mit Bogen und besonderen Zeichen versehene Striche dargestellt.

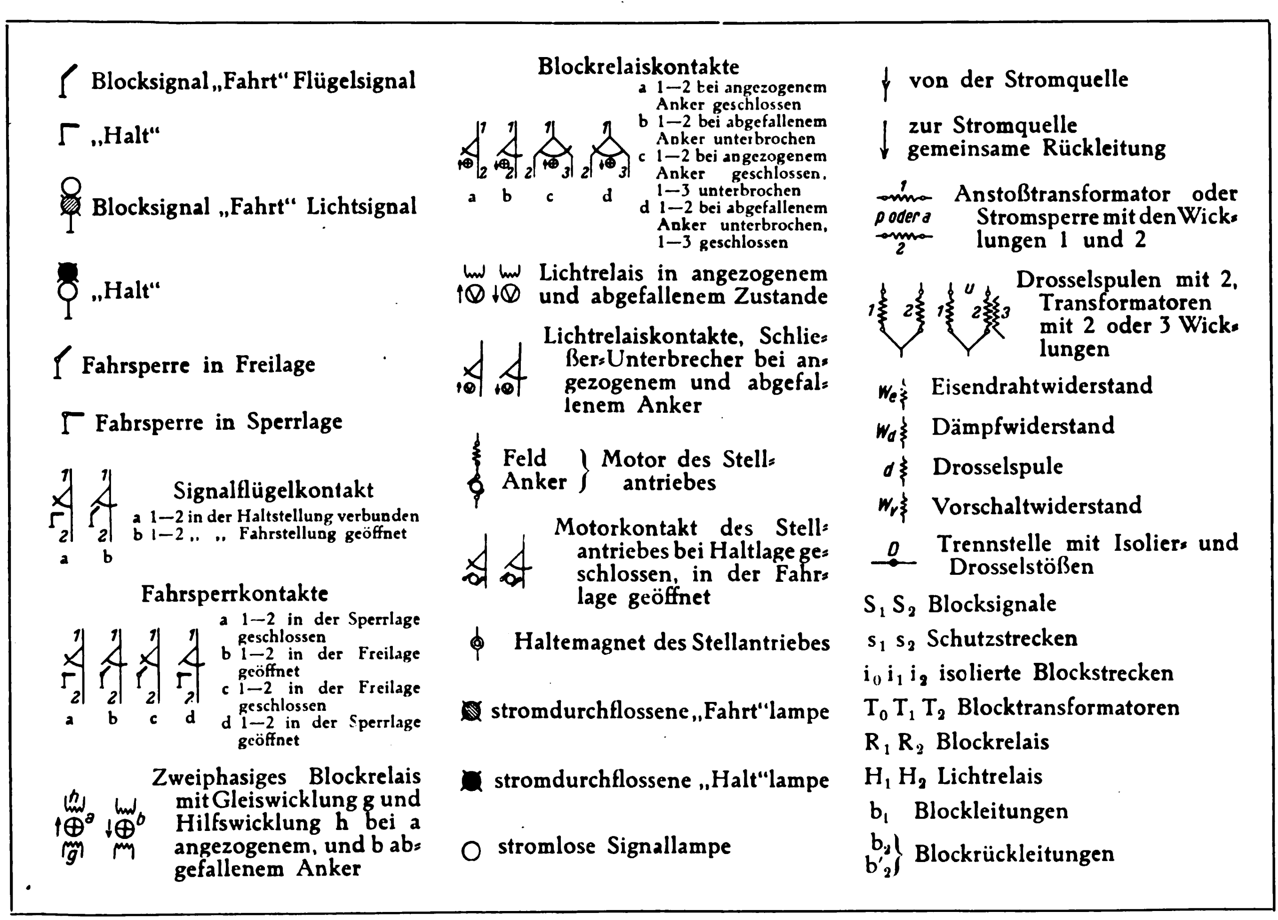


Bild 1. Zeichenerklärung.

Digitized by Google

Jede von einer Stromquelle, Batterie oder einem Blocktransformator kommende Leitung ist an ihrem Anfang mit einer Pfeilspitze versehen, und jede zur Stromquelle zurückführende Leitung endigt in einer Pfeilspitze. Die Rückleitungen der einzelnen Stromkreise selbst erscheinen in der Schaltungsdarstellung nicht. Dadurch und durch einfache symmetrische Führung aller Stromlinien ist es gelungen, auch den verwickeltsten und ausgedehntesten Schaltungen das notwendige Maß von Klarheit und Übersicht zu geben.

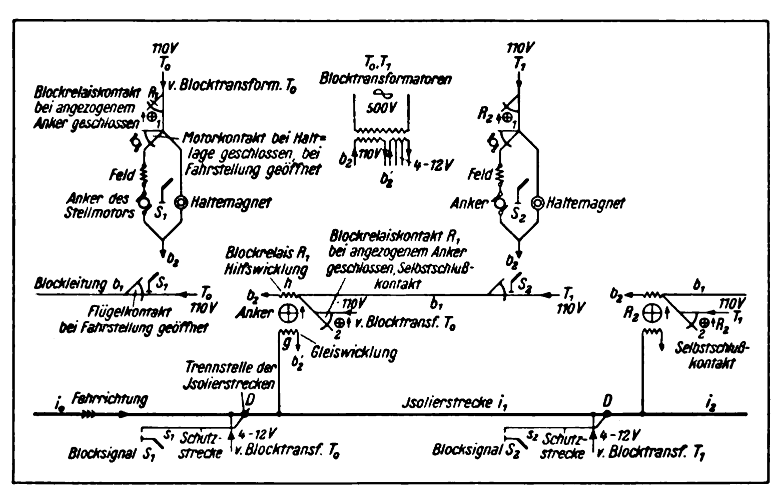
Die Gesamtschaltung zweier benachbarter selbsttätiger Flügelsignale für Fahrt- und Haltanzeige nebst ihren isolierten Blockstrecken, Blockrelais, Stellantrieben usw. zeigt Bild 2. Die Isolierstrecken i_0, i_1 und i_2 selbst sind durch eine einfache, stark ausgezogene Linie und die an den Trennstellen zwischen ihnen eingebauten Drossel- und Isolierstöße durch einen kleinen Kreis D veranschaulicht. Vor den Trennstellen stehen in einer bestimmten Entfernung s_1 oder s_2 die Blocksignale S_1 und S_2.

Bei freier Blockstrecke ist der Anker des zweiphasigen Blockrelais angezogen, da jede seiner beiden Wicklungen stromdurchflossen ist. Die Gleiswicklung g erhält bei niedriger Spannung ihren Strom in der bekannten Weise aus der Isolierstrecke von der 4—12 Volt-Wicklung des Blocktransformators. Bei kurzen Blockstrecken wird die 4 Volt-Wicklung, bei langen eine höhere Spannung angeschlossen. Der Hilfswicklung h wird bei meist 110 V Spannung über einen eigenen Ankerkontakt, den sogenannten Selbstschlußkontakt, vom nächsten Blocktransformator Strom zugeführt. Es wird somit im Anker das zum Kontaktschluß nötige Drehmoment dauernd erzeugt.

Über den Kontakt 1 des Blockrelais R_1 und den bei Haltlage des Stellantriebes S_1 geschlossenen Motorkontakt wird Stellstrom vom Transformator T_0 zum Stellmotor geleitet. Der Motor dreht sich und bewegt den Signalflügel S_1 aus der horizontalen Lage in die schräg aufwärts gerichtete auf „Fahrt". Am Ende der Bewegung, bei Fahrstellung, wird der Stellstrom durch den Motorkontakt abgeschaltet, und es führt dann nur noch ein Haltemagnet Strom, um den in der Fahrlage befindlichen Signalflügel bei geringerem Stromverbrauch dauernd festzuhalten. Dieser Endzustand ist in der Schaltung wiedergegeben. Während also zunächst der Stellstrom z. B. bei S_2 den Weg nahm: Von T_1 110 V — Relaiskontakt 1 an R_2 — Motorkontakt — Feld — Anker — Rückleitung b_2 zu T_1 zurück, fließt zuletzt nur noch der Haltestrom T_1 — 1 — Haltemagnet — b_2. Solange bei freier Blockstrecke der Haltemagnet Strom erhält, wird der Signalflügel von S_2 in der Fahrlage gehalten.

Fährt der Zug am Signal S_1 vorüber in die Isolierstrecke i_1, so wird das zugehörige Blockrelais R_1 mit seiner Gleiswicklung g kurzgeschlossen und fällt ab. Dabei werden durch den Anker die Kontakte 1 und 2 geöffnet. 1 unterbricht den Haltestrom des Signalflügels, und dieser kehrt unter der Wirkung des Eigengewichtes in die Haltlage zurück; 2 unterbricht die Stromzuführung der Hilfswicklung h.

Ist der Zug mit allen seinen Achsen aus der zu S_1 gehörigen Blockstrecke i_1 vollständig herausgefahren und hat auch das Signal S_2 durch Kurzschluß von R_2 ordnungsmäßig hinter sich auf Halt gelegt, so erhält das rückliegende Blockrelais R_1 des Blocksignals S_1 wieder Blockstrom in beiden Wicklungen g und h, und zwar für die Gleiswicklung g in der bekannten Weise über die isolierte Blockstrecke i_1, und die Hilfswicklung h zunächst auf dem Hauptwege: Vom Transformator T_1 110 V über den in der Haltstellung jetzt geschlossenen Flügelkontakt S_2 — Blockleitung b_1 — h — Rück-



TWL Bild 2. Schaltung der Flügelsignale.

Digitized by Google

leitung b_2 nach T_1. Beide Wicklungen sind infolgedessen wieder erregt und betätigen den Anker des Relais in bekannter Weise.

Nach dem Anziehen des Ankers wird auch der Kontakt 2, der Selbstschlußkontakt, im Nebenwege geschlossen. Durch ihn macht sich die Hilfswicklung h unabhängig von der Strombelieferung durch T_1, die ja beim Herausfahren des Zuges aus der vorausbelegenen Isolierstrecke i_2 und durch das Auffahrtgehen des Flügelsignals S_2 abgeschnitten wird.

Die Lieferung der Block- und Stellströme geschieht durch den in der Mitte zwischen den Signalstromkreisen dargestellten Blocktransformator. Seine Primärwicklung ist bei meist 500 V Spannung an die längs der Strecke geführte, in der Abbildung fortgelassene Speiseleitung angeschlossen. Die eine Sekundärwicklung des Blocktransformators liefert den Blockstrom von 170 V für die Hilfswicklung, die andere bei 4—12 V für die Gleiswicklung des Blockrelais, je nach der Länge der Isolierstrecke.

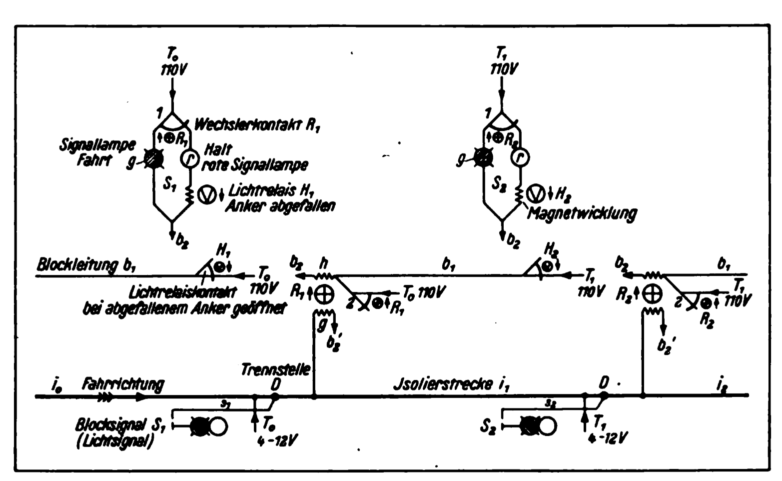
Die Schutzstrecke. In der Schaltungsübersicht sind die Trennstellen D zwischen zwei benachbarten Blockstrecken um eine bestimmte Strecke s, die Schutzstrecke, in der Fahrrichtung von jedem Signal weggerückt. Diese Verschiebung der Trennstelle ist aus Sicherheitsgründen unumgänglich notwendig geworden; denn, befände sich die Trennstelle unmittelbar am Signal selbst, so könnte es vorkommen, daß der Zugschluß auf der Trennstelle, also am Signal, stehengeblieben ist, während der Folgezug in die gerade geräumte Blockstrecke einfährt. Bringt dann, womit besonders bei sehr dichter Zugfolge wohl gelegentlich gerechnet werden muß, der Zugfahrer des Folgezuges seinen Zug nicht genau vor dem Haltsignal zum Stehen, so geraten die Züge aneinander. Die Schutzstrecke verhütet dies, indem ein Streckenraum durch sie eingefügt wird, der solchen zu spät begonnenen Bremsungen Rechnung trägt.

Im Betrieb ist nun leider nicht immer mit Sicherheit darauf zu rechnen, daß die Zugfahrer Haltsignale dauernd richtig beachten und vor ihnen den Zug vorschriftsmäßig zum Halten bringen. Die Erfahrung lehrte, daß vereinzelt ein Haltsignal übersehen und überfahren wurde. Aus dieser Erwägung ist die Verwendung der Fahrsperren entstanden, die gegen dieses Überfahren und seine schweren Folgen schützen. Die Fahrsperren sind um mindestens Bremslänge von der Trennstelle der isolierten Blockstrecken entfernt am Signalmast angebracht. Hier wird also die Schutzstrecke gleich dem Bremsweg, vermehrt um einen Sicherheitszuschlag, der die örtlichen Verhältnisse, Neigung, Krümmung o. a. berücksichtigt. Die Fahrsperren werden meist derart ausgebildet, daß bei den Blocksignalen ein vom Signalantrieb bewegter Arm bei Haltstellung des Signalflügels in das Wagenprofil hineinragt und dabei einen am Wagen drehbar befestigten Arm oder Hebel umlegt, wodurch der Fahrstrom selbsttätig abgeschaltet wird und die Zugbremsen ausgelöst werden.

Hält der Zugfahrer in der vorschriftsmäßigen Weise vor einem Haltsignal, so muß ihm nach Ablauf einer bestimmten Wartezeit Gelegenheit gegeben werden, den in der Sperrlage befindlichen Fahrsperrenarm unter Einwilligung des Zugbegleiters für die Weiterfahrt beseitigen zu können. Es geschieht in der Weise, daß der Zugfahrer nach einer Wartezeit von meist einer Minute mittels eines im Wageninnern sonst unter Bleisiegelverschluß liegenden Schlüssels den am Wagen angebrachten Anschlag so weit herausdreht, daß der Zug passieren kann. Nach Vorbeifahrt an dem Fahrsperrenarm bringt dann der Zugfahrer den Wagenanschlag wieder in die Grundstellung, sichert den Schlüssel und fährt mit verminderter Geschwindigkeit, meist 5 km je Stunde, weiter bis zum nächsten Signal. Zweckmäßig wird der Zugfahrer aus Vorsicht dieses Signal, falls es Fahrt zeigen sollte, auch noch mit minderer Geschwindigkeit überfahren müssen, ehe er zu der normalen Fahrgeschwindigkeit übergeht.

Die Lichtsignale. Bei Untergrundbahnstrecken treten an die Stelle des Signalflügels und des Antriebes einfache Signallampen, deren Lichtwirkung in üblicher Weise durch farbige Glaslinsen verstärkt wird. Die einfachste Blockschaltung der Lichtsignale hat dann die in Bild 3 dargestellte Form. In der Blockleitung b_1 muß der die Haltstellung des in der Fahrrichtung vorausliegenden Blocksignales hinter dem Zug überprüfende Kontakt vom Anker eines besonderen Überwachungs- oder Lichtrelais betätigt werden. Das Lichtrelais ist ein dem Blockrelais ähnlich ausgebildeter selbst-

Digitized by Google



TWL Bild 3. Schaltung der Lichtsignale.

tätiger Schalter mit 1 oder 2 Magnetwicklungen und befindet sich in Hintereinanderschaltung mit der roten Signallampe. Brennt diese in normaler Weise hinter dem Zuge, so ist auch die Magnetwicklung des Lichtrelais H_1 oder H_2 stromdurchflossen und genügend erregt, so daß der Anker angezogen und sein Kontakt in der Blockleitung b_1 geschlossen ist. Gelangt infolge schlechten Kontaktes beim Besetzen der Strecke die rote Lampe nicht zum Leuchten, so kann die Magnetwicklung des zugehörigen Lichtrelais nicht erregt und auch der Anker nicht angezogen werden. Die Folge ist, daß der Lichtrelaiskontakt nicht geschlossen wird, mit dem Ergebnis, daß Blockstrom durch die Hilfswicklung des rückliegenden Blockrelais nicht fließen kann. Dadurch ist in diesem Störungsfall eine erneute Fahrstellung des rückliegenden Blocksignales unmöglich. Dieses Blocksignal verharrt daher in der Haltlage und warnt den nächsten Zug.

Bei freier Blockstrecke i_1 oder i_2 ist die rote Lampe durch den Wechslerkontakt des zugehörigen Blockrelais aus-, die grüne eingeschaltet. Die Signalströme fließen für beispielsweise S_2 auf dem Wege: T_1 110 V — Wechsler 1 — grüne Lampe g — b_2, und bei besetzter Strecke T_1 110 V — 1 — rote Lampe r — Wicklung des Lichtrelais H_2 — b_2.

In der Schaltung Bild 3 wird der Lichtwechsel durch einen Wechslerkontakt bewirkt. Beide Stromkreise, der der grünen und der roten Lampe, entstehen dabei durch jedesmaligen Kontaktschluß. Eine solche Anordnung würde unter Umständen betrieblich nicht immer zweckmäßig sein. Denn kommt durch Staub, Oxydbildung o. a. bei zwar richtig arbeitendem Blockrelais der Kontaktschluß für die rote oder grüne Lampe nicht zustande, so kann unter Umständen ein betriebsgefährlicher Zustand entstehen. Versagt so bei freier Strecke beispielsweise die grüne Lampe, so würde in Untergrundbahnstrecken der Zugfahrer kein Signallicht vorfinden und erst nach unnötigem Halten bei kleiner Fahrgeschwindigkeit in die an sich zwar freigegebene Blockstrecke einfahren und erst am nächsten Blocksignal den Zustand der Strecke erkennen können. Wenn auch in diesem Fall eine ernste Gefahr wohl nicht besteht, so ist mit ihr jedoch unbedingt zu rechnen, wenn etwa bei besetzter Blockstrecke durch mangelhaften Kontaktschluß die rote Lampe einmal ausginge und der Zugfahrer des nächsten Zuges das gestörte Signal möglicherweise ganz übersehen würde. Er überfährt dann das unbeleuchtete Signal und gelangt so in die besetzte Blockstrecke. Man ersieht sofort, daß die Kontaktgabe für die rote Lampe die wichtigere ist, weil ein Versagen gefährliche Folgen haben kann. Es ist aber gelungen, ohne unmittelbare Kontaktgabe im Haltstromkreis auszukommen. Bei einer

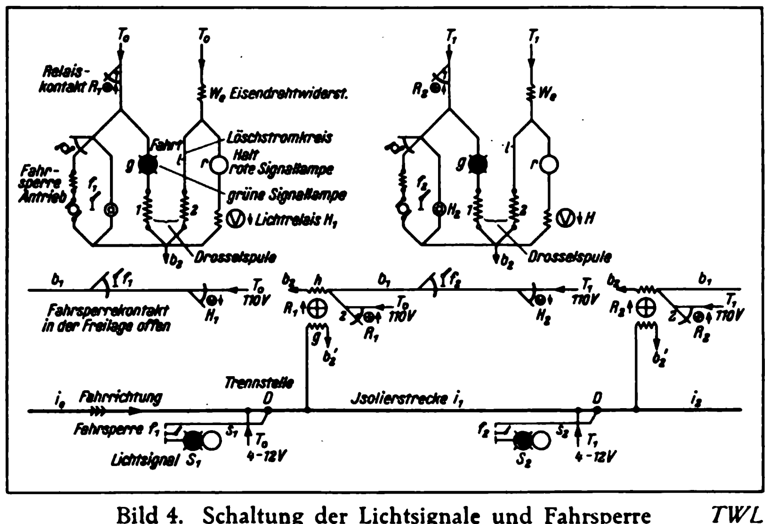


Bild 4. Schaltung der Lichtsignale und Fahrsperre (Westinghouse-Schaltung). TWL

Digitized by Google

dieser Schaltungen, beispielsweise der Westinghouse-Schaltung[1]), Bild 4, ist der Wechsel von grünem in rotes Licht durch eine Drosselspule mit 2 Wicklungen erreicht, die beide entgegengesetzt gewickelt sind. Die Wicklung 1 liegt im Stromkreise der grünen Lampe, die Wicklung 2 ist durch eine besondere Leitung l der roten Lampe parallel geschaltet.

Bei freier mit Fahrsperre ausgerüsteter Blockstrecke, z. B. i_1, fließt Grünstrom am Signal S_1 auf dem Wege: T_0 — Relaiskontakt 1 cm R_1 — grüne Lampe g — Wicklung 1 — Rückleitung b_2 nach T_0. Wicklung 1 zerstört, da entgegengesetzt gewickelt, die Induktivität von 2 mit dem Ergebnis, daß ein verhältnismäßig starker Strom von T_0 über einen in luftleerem Glaszylinder untergebrachten Eisendrahtwiderstand We, die Leitung 1 und 2 fließt, Löschstromkreis. Infolge der Erwärmung steigt der Widerstand des Eisendrahtes und drosselt die Spannung der roten Lampe so weit herunter, daß diese bei freier Blockstrecke kaum wahrnehmbar glimmt. Wird aber die Blockstrecke i_1 besetzt, so unterbricht der Blockrelaiskontakt R_1 die grüne Lampe und Wicklung 1, so daß nunmehr in der Wicklung 2 die volle Induktivität wirksam wird. Der durch 2 fließende Strom nimmt dann aber erheblich ab und damit auch die Erwärmung im Eisendrahtwiderstande. Die Folge ist ein Ansteigen der Nutzspannung der roten Lampe, so daß diese nunmehr für die Signalgebung ausreichend hell leuchtet.

Die sichere Stromversorgung der Verbotslampe läßt sich in besonderer Weise auch durch eine mittelbare Kontaktöffnung erreichen. Während die rote Lampe dauernd mit der Stromquelle verbunden bleibt, wird durch Anordnung eines der roten Lampe parallel geschalteten Relaiskontaktes ihre Stromgebung mittelbar beeinflußt. Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß Versager, wenn sie wirklich einmal vorkommen sollten, keine gefährlichen Folgen haben, d. h. kommt der Kontaktschluß nicht zustande, so bleibt oder erscheint sofort das rote Licht. Diese Schaltung bietet gegenüber der nach Bild 3 größere Sicherheit und unterscheidet sich von anderen Schaltungen durch ihre große Einfachheit.

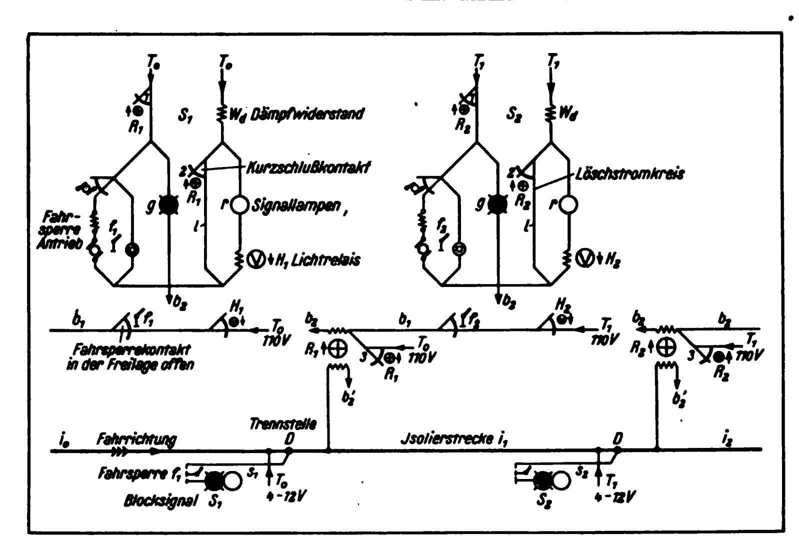


Bild 5. Schaltung der Lichtsignale und Fahrsperre. *TWL*

Aus Bild 5 sind die Grundzüge dieser Siemens-Schaltung[1]) zu ersehen. Bei freier Blockstrecke ist in üblicher Weise z. B. die grüne Lampe g des Blocksignals S_1 über den Blockrelaiskontakt 1 angeschaltet und erhält ihren Strom $T_1 - 1 - g - b_2$. Gleichzeitig lenkt aber der Relaiskontakt 2 den Strom der roten Lampe r durch den elektrischen Kurzschluß vollständig von dieser ab, und zwar auf dem Wege $T_1 - w_d - 2 - 1 - b_2$. Dadurch erlischt für die Dauer der freien Blockstrecke das rote Licht und erscheint erst wieder bei kurzgeschlossener Blockstrecke, wo die Kontakte 1 und 2 des Blockrelais unterbrochen sind.

Der der roten Lampe parallel geschaltete Relaiskontakt löscht einfach die Verbotslampe, indem er den Löschstromkreis schließt.

Kommt beim Anziehen des Blockrelais infolge ungenügenden Schlusses des Blockrelaiskontaktes 2 der Kurzschluß der Verbotslampe r nicht zustande, so brennen bei dieser Störung beide Signallampen, und es stellt sich damit ein Doppellicht rot-grün ein. Jedes Doppellicht bedeutet aber nach der Signalordnung für die Zugfahrer „Halt". Die Störung zeigt sich also diesem sofort einwandfrei an. (Schluß folgt.)

[1]) D. R. P. 261416 v. 23. 8. 12.

[1]) D. R. P. angemeldet.

Digitized by Google

KLEINE MITTEILUNGEN

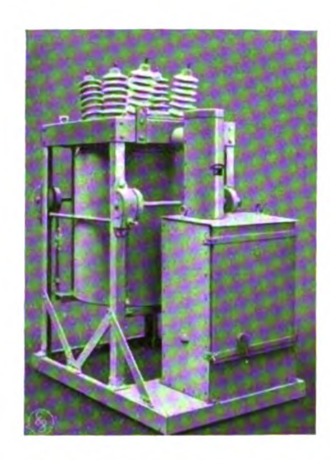


Bild 1. Dreipoliger Ölschutzschalter für 24 kV, mit Schaltmotorantrieb. *TWL*

Freiluftapparate.

Mitgeteilt vom Konstruktionsbüro für Schaltapparate der SSW.

Im Dezemberheft 1923 dieser Zeitschrift wurde auf die bisher von den SSW gebauten Freiluftapparate hingewiesen. Inzwischen hat die Lieferung solcher Apparate bereits einen ansehnlichen Umfang angenommen. Besteller sind das europäische und besonders das überseeische Ausland, was für eine rege Tätigkeit im Bau von Freiluftanlagen dortselbst zeugt; in Deutschland hat man sich erst neuerdings zum Bau größerer Freiluftanlagen entschlossen.

In Bild 1 ist ein dreipoliger Einkessel-Ölschalter mit eingebauten Schutzwiderständen für 24 kV Nennspannung, mit motorischem Antrieb, dargestellt. Der untere Teil des schmiedeeisernen Schaltergefäßes ist wegen der einfacheren Herstellung und größeren Widerstandsfähigkeit gegen Druckbeanspruchung von kreisrundem Querschnitt und gegen den oberen Teil abgedichtet. Letzterer hat rechteckige Außenform, um eine zweckmäßige Verbindung mit dem Schaltergestell zu ermöglichen. Die Durchführungen aus Porzellan haben auf der Luftseite schirmförmige Rillen.

Zur Verhinderung ununterbrochenen Luftwechsels vom Freien nach dem Schalterinnern ist im Schaltergefäß ein Atmungstopf eingebaut; ein mit der Atmungsvorrichtung in Verbindung stehendes nach außen führendes Rohr gestattet überdies die Abführung von Schaltgasen. Die Schneckenradtriebe der zum Absenken des Ölgefäßes dienenden Winde sind gekapselt.

Der Schalter wird durch einen Schaltmotor angetrieben, der mit den Hilfseinrichtungen in einem auf dem verlängerten Fahrgestell aufgesetzten Gehäuse geschützt untergebracht ist. Auch die Übertragungsteile zwischen Antrieb und Schalterwelle sind gekapselt. In einem Ausschnitt dieser Kapselung wird ein Schild sichtbar, das die Ein- oder Ausschaltestellung des Schalters anzeigt.

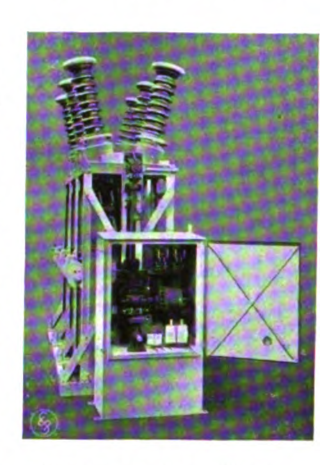


Bild 2. Dreipoliger Ölschutzschalter für 50 kV, mit Schaltmotorantrieb. *TWL*

Einen Dreikessel-Ölschalter mit Schutzwiderständen für 50 kV Nennspannung mit motorischem Antrieb zeigen die Bilder 2 und 3. Die Durchführungen sind aus Repelit nach dem Kondensatorprinzip hergestellt und auf der Luftseite durch Überwürfe aus keramischem Isolierstoff mit dachförmigen Rillen geschützt. Die Durchführungen sitzen in gehäuseartigen Fassungen, die gleichzeitig Ringstromwandler enthalten, an deren Sekundärkreis Überstromrelais angeschlossen werden. Die übrige Ausführung entspricht dem bei dem Einkesselschalter Gesagten.

Ein weiterer bemerkenswerter Freiluftapparat ist ein dreipoliger Trennschalter für 50 kV Nennspannung, von dem Bild 4 eine Ansicht gibt. Bei diesem Trennschalter ist eine Anordnung ausgebildet (DRP), durch die auch bei Vereisung der Kontaktstücke ein Schalten ermöglicht wird, ohne dabei übermäßige, die mechanische Festigkeit der Isolatoren zu stark beanspruchende Schaltkräfte aufwenden zu müssen. Zu diesem Zweck sind sowohl der das Schaltmesser als auch der das Gegenkontaktstück tragende Isolator drehbar angeordnet und so miteinander verbunden, daß beim Ausschalten in der Kontaktstelle erst eine Knickbewegung eintritt, so daß der sie etwa

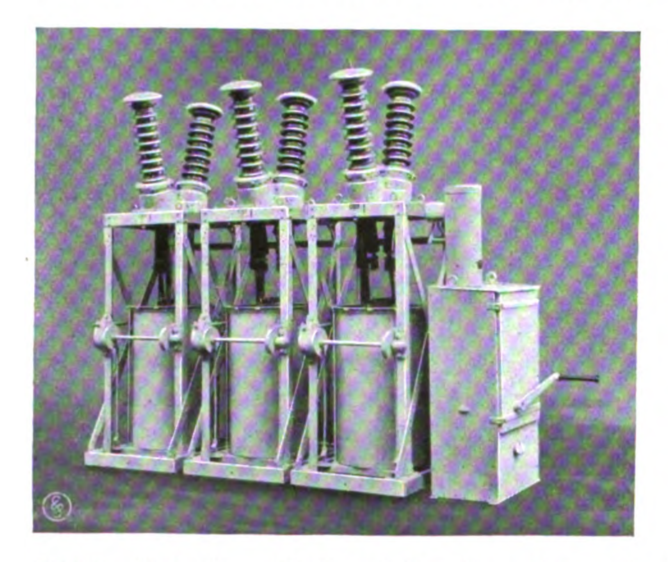


Bild 3. Dreipoliger Ölschutzschalter für 50 kV, mit Schaltmotorantrieb. *TWL*

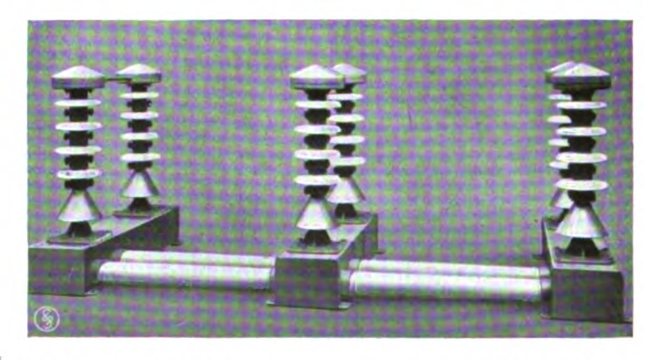


Bild 4. Dreipoliger Trennschalter für 50 kV. *TWL*

Digitized by Google

umgebende Eismantel gesprengt wird, worauf dann die eigentliche Schaltbewegung ohne Schwierigkeit vor sich gehen kann.



Bild 5. Einpoliger Ölwiderstand für 80 kV. *TWL*

Der Aufbau des Trennschalters ist aus der Abbildung ersichtlich. Die Drehzapfen mit ihren Lagerungen sowie die übrigen Bewegungsmechanismen und die Verbindungsgestänge sind gegen Schnee und Eis geschützt. Die Anschlußstellen für die Leitungen liegen unter Blechkapseln.

Eine weitere Konstruktion eines Trennschalters für 50 kV (einpoliges Element eines dreipoligen Schalters) ist in Bild 7 wiedergegeben. Bei diesem sind je Pol 2 Unterbrechungsstellen und demzufolge 3 Isolatoren vorhanden, von denen der mittlere drehbar ist. Ferner sind die Unterbrechungsstellen mit Hörnern ausgerüstet, um auch kleinere Leistungen damit unterbrechen zu können.

Erwähnt seien ferner noch einpolige Ölwiderstände für Überspannungsschutz für 80 kV, Bild 5, wie sie in Verbindung mit den im Dezemberheft 1923 abgebildeten Hörnerableitern zur Verwendung kommen.

Ein Fünffach-Hörnerableiter für 65 kV, im übrigen dem vorerwähnten Hörnerableiter entsprechend, ist in Bild 6 dargestellt. Bild 8 zeigt eine Anzahl für eine größere Auslandslieferung bereitgestellter Freiluftapparate.

Inbetriebsetzung des Bayernwerkes und Walchenseewerkes.

Das Bayernwerk und das Walchenseewerk, die beide für die Wirtschaftsentwicklung Bayerns von größter Bedeutung sind, die aber auch wegen ihres Umfanges und ihrer Leistung in der gesamten Technik weit über die Grenzen Deutschlands hinaus Beachtung gefunden haben, gehen ihrer Vollendung entgegen und sind in den beiden verflossenen Monaten dieses Jahres in ihren wichtigsten Teilen dem Betrieb übergeben worden. Die SSW sind an dem Bau dieser Werke in bevorzugtem Maße beteiligt, insbesondere durch den Bau der Umspannwerke in Nürnberg, Meitingen und Bamberg mit einer Transformatorenleistung von zusammen etwa 90000 kVA im ersten Ausbau, sowie der diese verbindenden und an sie anschließenden 110000 V-Hochspannungsleitungen des Bayernwerknetzes in einer Ausdehnung von zusammen über 300 km, die für die Versorgung des vordringlichen Bedarfes in Nordbayern von besonderer Bedeutung sind. Die SSW trugen diesem Bedürfnis der nordbayerischen Industrie durch ganz bevorzugte Behandlung Rechnung, und es gelang ihnen, die Stationen Nürnberg und Meitingen in verhältnismäßig kurzer Zeit fertigzustellen, so daß sie als erste Stationen des Bayernwerkes mit der Stromlieferung beginnen konnten.

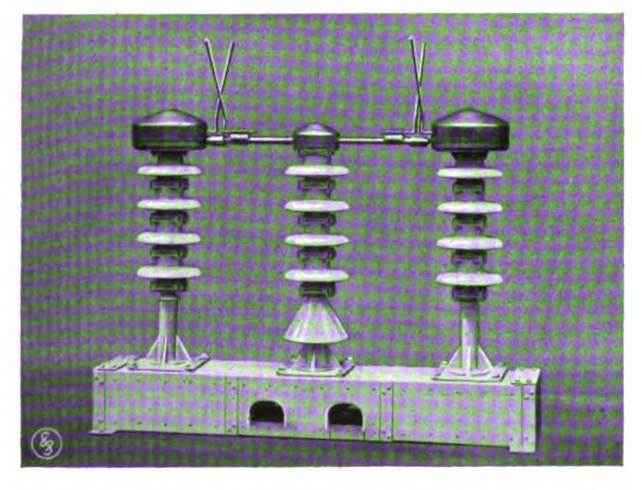


Bild 6. Fünfhörner-Ableiter für 65 kV. *TWL*

Die Station Meitingen, die mit zwei Transformatoren für je 6000 kVA und 110000 V ausgerüstet ist, wurde nach erfolgreicher Prüfung am 10. und 11. Dezember 1923 zum erstenmal von den Lechwerken her unter Spannung gesetzt. In der Nacht vom 14. auf den 15. Dezember folgte die Verbindungsleitung von Meitingen nach Nürnberg und kurz darauf die Inbetriebsetzung der Station Nürnberg mit vorläufig vier, im weiteren Ausbau sieben Transformatoren für je 16000 kVA und 110000 V.

Außerdem haben die SSW für die Station Nürnberg zwei Synchronmaschinen von je 8000 kVA zu liefern, die als Phasenschieber laufend, die Aufgabe haben, Spannung und Phasenverschiebung in dem ausgedehnten 110000 V-Netz den jeweiligen Betriebsbedürfnissen entsprechend zu regeln. Die Probe und Inbetriebsetzung der Stationen und Leitungen verliefen ohne irgendwelche Störungen oder Beanstandungen.

Nachdem die ersten beiden Drehstromgeneratoren im Walchenseewerk in Betrieb genommen waren, konnte die



TWL Bild 7. Einpoliger Trennschalter für 50 kV.

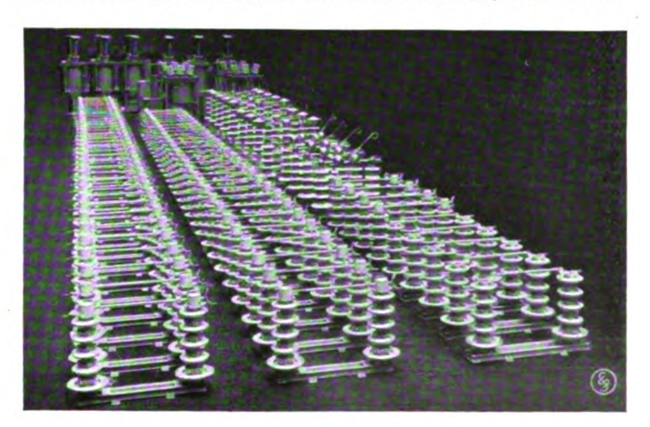


Bild 8. Trennschalter, Ölschalter, Hörnerableiter. *TWL*

Digitized by Google

Energielieferung nach Nürnberg am 26. Januar vom Walchenseewerk aus mit etwa 18000 kVA aufgenommen werden, und damit setzte der Parallellauf mit dem Großkraftwerk Franken ein. Die Station Meitingen ergänzt mit etwa 4000 kVA den Energiebedarf der Lechwerke. Auch bei dieser Belastungsprobe zeigten sich in beiden Stationen keinerlei Mängel.

Die Station Bamberg, deren Montage erst wesentlich später begonnen werden konnte, ist jetzt so weit fertiggestellt, daß beim Erscheinen dieser Mitteilung der volle Betrieb begonnen haben wird.

Das Walchenseewerk hat neben der Energielieferung an das 110000 V-Bayernwerk noch die Aufgabe, Einphasenstrom von 110000 V von etwa $16^2/_3$ Perioden für die elektrischen bayerischen Reichsbahnstrecken zu liefern. Die Ausrüstung dieses Einphasenteiles des Walchenseewerkes ist zum überwiegenden Teil Aufgabe der SSW. Die Lieferung umfaßt zwei Einphasengeneratoren von je 10650 kVA überlastbar auf 16000 kVA während einer Stunde und auf 20000 kVA während drei Minuten bei 250 Umdr/min, ferner vier Einphasentransformatoren von 6400/110000 V bei gleicher Leistung wie die der Generatoren und die zugehörigen 110000 V-Schalteinrichtungen.

Fernkabel Stockholm—Södertälje.

Die Siemens & Halske Aktiengesellschaft erhielt von der schwedischen Reichstelegraphenverwaltung den Auftrag auf die rund 40 km lange Fernkabelstrecke Stockholm—Södertälje. Das Kabel soll als 272 paar.- bzw. 226 paar.-Kabel ausgeführt und mit Stamm- und Viererpupinisierung ausgerüstet werden. Da die Sprechkreise des Kabels gegebenenfalls von der schwedischen Verwaltung auch für die große in Ausführung begriffene Fernkabelanlage von Stockholm über Norrköping nach Malmö benutzt werden sollen, werden an das Kabel und an die Pupinspulen besondere Anforderungen hinsichtlich der Symmetrie und der Gleichmäßigkeit der Anlage gestellt. Die Lieferung der Anlage wird noch in diesem Frühjahr erfolgen, so daß die Montage im Sommer vorgenommen werden kann.

Staatstheater Wiesbaden.

Am 3. Februar d. J. wurde mit der Aufführung der „Meistersinger von Nürnberg" die Rundhorizont- und Spielflächenbeleuchtungsanlage der neu aufgebauten Bühne des Staatstheaters in Wiesbaden endgültig dem Betriebe übergeben. Die Bühne umfaßt außer der üblichen Bühnenbeleuchtung aus Rampen und Soffitten, die nach der neuen Kammerbauart geliefert sind, 92 Horizontleuchten für je 1000 W-Lampen, 15 Spielflächenbeleuchtungslaternen für 1500 W-Lampen und ferner noch eine große Anzahl von Scheinwerfern. Die Regulierung der Beleuchtung erfolgt durch einen dreireihigen Bühnenregler mit 112 Regulierhebeln[1]).

Berechnung von Drehstrom-Kraftübertragungen.

Der Aufsatz des Herrn Burger im Januar-Heft enthält eine Anzahl von Druckfehlern. Wir beabsichtigen, von diesem Aufsatz einen erweiterten Sonderdruck herstellen zu lassen, in dem diese Fehler berichtigt sind. Diejenigen unserer Leser, die diesen Sonderdruck zu erhalten wünschen, bitten wir, dies der Schriftleitung mitzuteilen.

Vorträge.

Am 8. Februar, 4 Uhr nachmittags, fand im Vortragssaale des Verwaltungsgebäudes ein Vortrag des Herrn Hauptmann a. D. Voigt über Afghanistan, Land und Leute, wirtschaftliche Aussichten, statt. Herr Hauptmann Voigt war s. Zt. Adjutant des 1916 mit der Expedition nach Afghanistan seitens der O. H. L. betrauten Majors Dr. v. Niedermeyer und hatte hierbei Gelegenheit, Land und Leute eingehend kennen zu lernen und sich einen Eindruck über die wirtschaftlichen Aussichten des Landes zu verschaffen.

Er schilderte in anschaulicher Weise, durch treffliche Lichtbilder illustriert, die Gestaltung des Landes, das dank seiner geographischen Lage politisch stets ein Zankapfel zwischen England in Indien und Rußland gewesen ist. Durch diese Verhältnisse in der Kultur sehr zurückgehalten, betrachtet es der jetzige Emir, eine starke, selbstbewußte Persönlichkeit, die sowohl im Inlande als auch besonders England gegenüber sich die nötige Anerkennung und Achtung zu erwerben wußte, als seine vornehmste Aufgabe, das Land wirtschaftlich unabhängig zu machen, es zu industrialisieren und seine reichen Bodenschätze zu heben und seine Landwirtschaft zu kräftigen.

Das dem Orientalen eigene Mißtrauen hält den Afghanen zurück, fremde Hilfskräfte, insbesondere englische, für diese Aufgabe heranzuziehen. Am meisten neigt er zum Deutschen, von dem er am wenigsten maßgebenden Einfluß auf sein Land zu befürchten hat. Zum Ausdruck kommt dieses Vertrauen zum Deutschen darin, daß der Emir im November eine große Zahl deutscher Ingenieure und Handwerker ins Land gezogen hat, um die Aufgabe der Industrialisierung zu lösen.

[1]) Auf die Einzelheiten der Anlage werden wir noch ausführlicher zurückkommen.

FRAGEN UND ANTWORTEN

Anfragen aus dem Leserkreis werden hier soweit möglich beantwortet.

Frage 18: In der Siemens-Zeitschrift finden sich wiederholt die Bezeichnungen „Energiebedarf" (1924 S. 13), „Energieverlust" (1924 S. 19) und dergl. ausgedrückt in kW. Ist der Ausdruck „Energie" nicht für Kilowattstunden vorbehalten?

Antwort 18: Die rasche Entwicklung der Technik brachte es mit sich, daß man in der Wahl der Bezeichnungen für die einzelnen Meßgrößen nicht besonders glücklich war. Dies trifft insbesondere für die Bezeichnung „Leistung" zu, für die elektrotechnisch die Einheit kW (Kilowatt) ist, eine Einheit, die auch für mechanische Leistung, die früher in PS (Pferdestärken) ausgedrückt worden war, angenommen wurde. Für das Sprachgefühl störend ist die Bezeichnung Leistung zum Beispiel, wenn die aufgenommenen oder abgegebenen kW bei Leistungs-

Digitized by Google

wandlern, die mechanische Leistung in elektrische (Generatoren), elektrische in mechanische (Motoren) oder elektrische Leistung einer Art in solche anderer Art (z. B. Gleichrichter, Umformer, Transformatoren) wandeln, bezeichnet werden sollen. Es widerstrebt, etwas Aufgenommenes als Leistung zu bezeichnen. Nur ein Notbehelf ist es, wenn in solchen Fällen von „Aufnahme" und „Abgabe", beides in kW ausgedrückt, gesprochen wird. Die letzteren Bezeichnungen haben auch für aufgenommene und abgegebene Arbeit Geltung. Hiernach ist es erklärlich, daß die Bezeichnung Leistung nicht genügend volkstümlich wurde und auch von erfahrenen Elektrotechnikern hierfür zuweilen das Fremdwort „Energie" gewählt wird. Energie ist Arbeit, also elektrotechnisch in Kilowattstunden (kWh) auszudrücken. Der Physiker unterscheidet allerdings noch zwischen Energie und Arbeit, spricht aber beiden die Maßeinheit kWh zu. Der rechnende Elektrotechniker kann damit aber nichts anfangen, sondern muß alles, was sich in Wärme umsetzen läßt, auch elektrotechnisch als Arbeit bezeichnen. Die Wertung von kW als „Energieverlust" oder „Energiebedarf" entspricht demnach nicht den maßtechnischen Festsetzungen. An Stelle von „Energieverlusten" von „Leistungsverlusten" zu sprechen, wäre eine Sprachungeheuerlichkeit, für die einfacher das Wort „Verlust" ausreicht. Zuweilen findet man hierfür auch den Ausdruck „Wattverlust", was begrifflich unrichtig ist. Es gehen nicht Watt verloren, vielmehr wird der Verlust in Watt gewertet. Für den AEF (Ausschuß für elektrische Formelgrößen) findet sich da noch ein weites Feld, Bezeichnungen zu schaffen, die leicht aufnahmefähig sind und so volkstümlich werden, da nach den obigen Ausführungen selbst in den einfachsten Grundeinheiten oft noch gegen Klarheit der technischen Sprache verstoßen wird.

Auch die Bezeichnung „Arbeit" ist nicht ganz zweckdienlich gewählt. Unter „Arbeit" im landläufigen Sinne wird eine Tätigkeit verstanden, das „Arbeiten", entsprechend einer „Leistung". So wird es verständlich, daß an Stelle der Bezeichnung „Arbeit" öfters die Bezeichnungen „Arbeitsvermögen", „Arbeitsleistung", Arbeitsertrag", „Arbeitsvorrat" u. dgl. gebraucht werden, um dem Sprachempfinden mehr gerecht zu werden. Um dem zu entgehen, ziehen einzelne vor, an Stelle der Bezeichnung „Arbeit" die international (von der IEC) angenommene Bezeichnung „Energie" zu wählen.

Physikalische Größe	Gleichung	Dimension	Technische Einheit	
			Bezeichnung	Wert in CGS
Arbeit oder Energie mech.	$A = P \cdot l$	$l^2 m t^{-2}$	kgm	$98{,}1 \cdot 10^6$
elektr.	$A = Q \cdot E$		kWh	$36 \cdot 10^{12}$
Leistung mech.	$N = \frac{A}{t}$	$l^2 m t^{-3}$	PS	$736 \cdot 10^7$
elektr.	$N = J \cdot E$		kW	10^{10}

EINGESANDTE BÜCHER

(Ausführliche Besprechung einzelner Bücher vorbehalten.)

„**Hütte**". Taschenbuch für Betriebsingenieure, herausgegeben vom Akademischen Verein „Hütte", e. V. und Dr.-Ing. A. Stauch, unter Mitwirkung der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure im V. D. I. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin. 1924. 1273 S., 1431 Abbildungen. — Preis: gebunden M 19,50.

„Ein Taschenbuch für Betriebsingenieure" wird es bescheiden betitelt, in Wirklichkeit könnte man es Taschenlexikon nennen, denn sein Inhalt ist so umfangreich und vielgestaltet (1273 Seiten und 1431 Textabbildungen), daß es diesen Namen mit Recht verdient. Wie im Vorwort hervorgehoben, ist das Buch entstanden, um einem längst gefühlten Bedürfnis der Betriebsingenieure abzuhelfen, und in der Tat gibt es wohl nichts Fachwissenschaftliches, was darin nicht enthalten wäre. Aber nicht allein die Fachwissenschaft kommt zum Wort, sondern auch benachbarte Gebiete, die im Betriebsleben eine wichtige Rolle spielen; seien es neuere Organisationsfragen, Sozialpolitik, Gewerkschafts- und Tarifpolitik und damit zusammenhängende gesetzliche Verträge und Maßnahmen. Ein besonderer Abschnitt (12) ist auch der in neuerer Zeit viel umstrittenen Eignungsprüfung, sowie Abschnitt 13 der Erziehung und Ausbildung der Lehrlinge und Praktikanten gewidmet.

Es würde zu weit führen, jeden der 27 Abschnitte, die von den verschiedensten Fachleuten bearbeitet sind, zu besprechen, trotzdem es sich reichlich lohnen würde. Es erscheint jedoch notwendig, dem Leser dieser Besprechung wenigstens die Titel der Abschnitte bekanntzugeben:

1. Stoffkunde
2. Materialprüfung
3. Festigkeitslehre
4. Maschinengetriebelehre
5. Maß und Messen
6. Vereinheitlichung in der deutschen Industrie
7. Fabrikanlagen
8. Flurförderung
9. Unfallverhütung und Gewerbehygiene
10. Fabrikorganisation
11. Stückzeitbestimmung
12. Eignungsprüfungen
13. Die berufliche Erziehung und Ausbildung des Facharbeiters in der mechanischen Industrie
14. Sozialpolitik
15. Gießerei
16. Elektrische Schweißung
17. Löten
18. Bearbeitung der Baustoffe auf Grund ihrer Dehnbarkeit
19. Härten und Vergüten
20. Anreißen von Guß- und Schmiedestücken
21. Schneidwerkzeuge
22. Druckluftwerkzeuge
23. Elektrowerkzeuge
24. Vorrichtungen
25. Werkzeugmaschinen
26. Holzbearbeitungsmaschinen
27. Auswuchten



Für den Betriebsmann eine Fundgrube reichen Wissens, ist dieses Buch geradezu unentbehrlich durch seine Vielseitigkeit und ungemeine Reichhaltigkeit, entstanden unter dem Motto: „Wer vieles bringt, wird jedem etwas bringen." — Dem Verfasser und seinen bewährten Mitarbeitern gebührt wärmster Dank für dieses vortreffliche, mit großem Fleiß zusammengestellte Werk, das zum Nutzen aller deutschen Ingenieure bestimmt weiteste Verbreitung in allen Industriekreisen und bei Studierenden finden wird.

Taschenbuch für den Fabrikbetrieb. Von Prof. H. Dubbel. Verlag Julius Springer, Berlin, 1923. 883 Seiten, 933 Abbildungen und 8 Tafeln. — Preis: gebunden M 12,–.

Im Gegensatz zum Konstrukteur fehlte es bisher dem „Betriebsmann" an einem Taschenbuch, das ihm in knapper Form zuverlässige Beantwortung der wichtigsten Fragen seiner oft vielverzweigten Tätigkeit gibt. Diesem Mangel, der infolge der steigenden Anforderungen an die Industrie immer mehr empfunden wurde, hilft das vorliegende Werk ab.

Der Herausgeber, von einem Stabe bekannter, praktisch tätiger Ingenieure unterstützt, hat sich die dankbare, aber auch — da jedes Vorbild in der Literatur fehlte — schwierige Aufgabe gestellt, die gesamte Betriebswirtschaft, also nicht etwa die „Fabrikation" allein, zu behandeln. Dementsprechend gliedert sich der Inhalt in drei Abschnitte: Kraftbetrieb, Herstellung und Organisation, Anlage und Einrichtung von Fabriken.

Der Abschnitt „Kraftbetrieb" umfaßt — unter besonderer Berücksichtigung der Abwärmeverwertung — die Wärmewirtschaft, von der Wägung und Lagerung des in der Fabrik ankommenden Brennstoffes an bis zu den Betriebsstörungen an den Wärmekraftmaschinen und Wasserturbinen. Die für die Auswahl der Dampfkessel, Gasgeneratoren und Maschinen maßgebenden Gesichtspunkte, die zur Untersuchung nötigen Apparate und Meßverfahren sind ausführlich dargestellt. Auch der elektrische Kraftbetrieb hat hier eingehende Berücksichtigung gefunden.

Der zweite Abschnitt „Herstellung und Organisation" geht von der Abnahme, Verarbeitung und den Eigenschaften der Werkstoffe aus. Auswahl, Antrieb, Kraftbedarf und Ausnutzung der Werkzeugmaschinen sowie die Baustoffe der Werkzeuge und ihre Prüfung, Arten und Instandhaltung der Werkzeuge sind in einer für den praktischen Betrieb zugeschnittenen Darstellung behandelt. Das Kapitel „Fabrikorganisation" zerfällt in die Abschnitte: Grundzüge der Fabrikorganisation; Konstruktionsbüro, Normung, Fabrikationsbüro und Betriebsbüro; Austauschbare Herstellung, Festlegung von Normen, Ausbildung von Bearbeitungsvorrichtungen sind ausführlich dargestellt. Im dritten Abschnitt, „Anlage und Einrichtung von Fabriken" sind zunächst die wichtigsten Baukonstruktionen wiedergegeben. Es folgt ein Kapitel über Heizung, Lüftung, Entstaubung und Beleuchtung. Besondere Beachtung dürfte das Kapitel „Werkstattförderwesen" finden, da hier zum ersten Male der Versuch gemacht wird, das Förderwesen vom betrieblich-wirtschaftlichen Standpunkt aus zu erfassen. Ausführungen über Rohrleitungen, elektrische Leitungen und über den Wirkungsgrad von Fabrikanlagen schließen das Werk.

Diese flüchtige, nur andeutende Inhaltsangabe des Taschenbuches dürfte schon erkennen lassen, daß dieses eine wertvolle Bereicherung der technischen Literatur bedeutet und nicht nur dem Betriebsingenieur, sondern jedem Ingenieur überhaupt wärmstens zu empfehlen ist, der mit der Neuanlage von Fabriken, der Untersuchung von Maschinen zu tun hat oder sich über neuzeitliche Organisationen zu unterrichten wünscht. Frei von theoretischen Darlegungen und für praktische Bedürfnisse abgefaßt, gibt das Dubbelsche Taschenbuch in zahlreichen Vordrucken, Zahlentafeln und Diagrammen unmittelbar zu verwertende Unterlagen für die Verbesserung der Betriebe.

Elektrische Temperatur-Meßgeräte. Von Dr.-Ing. Georg Keinath. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin, 1923. 275 Seiten, 219 Abbildungen. — Preis: geh. M 10,80, geb. M 12,30.

Die Wichtigkeit genauer Temperaturmessungen zur Ersparnis von Brennstoffen und zur Veredelung gewisser Erzeugnisse ist bekannt. Wenn trotz aller Fortschritte der Technik immer noch so wenig Temperaturmeßgeräte verwendet werden, so liegt dies daran, daß der Ingenieur über die Meßmöglichkeiten und die Zuverlässigkeit der Meßverfahren und der Apparate, die von den Spezialfirmen angeboten werden, nicht ausreichend unterrichtet ist. Die wenigen bisher erschienenen Spezialwerke über Pyrometer befassen sich vorwiegend mit der physikalischen Seite und berühren die praktischen Ausführungen wenig oder gar nicht.

Das vorliegende Werk hat diese große Lücke unserer technischen Literatur ausgefüllt. Der Verfasser berichtet über die wichtigsten, praktisch angewendeten Meßverfahren in klarer und leicht verständlicher Weise, so daß der berufstätige Ingenieur imstande ist, das für seine Aufgabe zweckmäßigste Verfahren auszuwählen. Der Text ist durch zahlreiche instruktive Bilder und graphische Darstellungen ergänzt; einen breiten Raum nimmt in jedem Abschnitt die Diskussion der Fehlermöglichkeiten ein. Der Text ist keineswegs auf die Schilderung der deutschen Temperaturmeßtechnik beschränkt, der Verfasser hat aus dem reichen ihm zur Verfügung stehenden Material auch eingehend über die ausländische Praxis berichtet.

Die Anschaffung des Buches ist jedem, der mit Temperaturmessungen zu tun hat, unbedingt zu empfehlen, es enthält eine Fülle von Tatsachenmaterial über die verschiedenen Apparate, wie es noch nirgends veröffentlicht ist.

Der Druck und die Ausstattung sind im ganzen sehr gut. Es wäre nur zu wünschen, daß der Verlag eine stärkere Papiersorte verwenden möchte, die nicht durchscheinend ist wie die vorliegende.

Die elektrischen Maschinen. (Bibliothek der gesamten Technik Bd. 213.) Von Zivilingenieur Ernst Schulz, vereidetem Sachverständigen der Handelskammer und des Landgerichts zu Köln.

I. Band: Die Dynamomaschinen und Elektromotoren für Gleichstrom. 5. Auflage. Verlag Dr. Max Jänecke,

Digitized by Google

Leipzig, 1923. 127 Seiten, 79 Abbildungen. — Preis: geheftet M 2,30.

II. Band: Generatoren, Transformatoren, Motoren für Wechsel- und Drehstrom. (Bibliothek der gesamten Technik, Bd. 214.) 5. Auflage. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig, 1924. 93 Seiten, 59 Abbildungen. — Preis: geheftet M 1,55.

Hochspannungsanlagen. (Bibliothek der gesamten Technik, Bd. 302.) Von Friedrich Weickert, Oberingenieur. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig, 1923. 165 S., 128 Abbildungen. — Preis: geheftet M 2,70.

Die Elektrostahlöfen. Ihr Aufbau und gegenwärtiger Stand, sowie Erfahrungen und Betriebsergebnisse der elektrischen Stahlerzeugung. Praktisches Hand- und Nachschlagebuch für den Fachmann. Von E. Fr. Ruß, Oberingenieur. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin, 1924. 471 Seiten, 439 Abbildungen und 64 Zahlentafeln. Preis: geheftet M 14,—, gebunden M 15,50.

Maße der Elektrotechnik. Bangerts Tabellen-Bücherei. Band III für den praktischen Gebrauch zusammengestellt von Dr. K. Bangert, Professor an der Staatlichen Gewerbeakademie in Dresden. Deutscher Ausland-Verlag Walter Bangert, Hamburg, 1924. 76 Seiten. — Preis: M 3,20.

Der praktische Radioamateur. Das ABC des Radiosports zum praktischen Gebrauch für jedermann. Von Hanns Günther (W. de Haas) und Dr. Franz Fuchs. 8. Auflage (35.—40. Tausend). Franckhsche Verlagshandlung, Stuttgart, 1924. 316 Seiten, 241 Abbildungen. — Preis: gebunden M 6,50.

Aus dem Inhalt: Der Siegeszug des Radiosports. Der Radioamateur und das Gesetz. Die Grundlagen der Radiotechnik. Was der Radioamateur von den Radiosendern wissen muß? Der Empfang gedämpfter und ungedämpfter Wellen. Die Wellentelephonie. Allgemeine Einrichtung und Schaltung moderner Kleinempfänger. Amateur-Empfänger. Die Selbstanfertigung einfacher Amateur-Empfänger. Antenne und Erde. Der Betrieb einer Amateurstation. Praktische Winke.

Radio im Heim. Von Otto Kappelmayer. Anleitung zum Betrieb einer eigenen Radiostation. 120 Seiten mit 50 Abbildungen. Verlag August Scherl G. m. b. H., Berlin. Preis steif geheftet: M 1,75.

Es werden Mittel und Wege gezeigt, wie der Rundfunkteilnehmer die besten Empfangsergebnisse erzielen und wie er den Betrieb seiner Empfangsstation mit möglichst geringen Kosten durchführen kann. — Aus dem Inhalt: Die sprechende Welle. Empfänger für drahtlose Telephonie. Deutsche Radio-Erzeugnisse. Organisation des Rundspruchwesens. Das Radiowetter. Rentabilitätsberechnung.

Der Äther und die Relativitätstheorie. 6 Vorträge von Dr. Leo Graetz, Professor an der Universität München. Verlag J. Engelhorns Nachf., Stuttgart, 1923. 80 Seiten, 19 Abbildungen. — Preis: geheftet M 2,—.

Das Roheisen, mit besonderer Berücksichtigung seiner Verwendung für die Eisengießerei. Von A. Ledebur, Geh. Bergrat und Professor an der Kgl. Bergakademie zu Freiberg i. Sa. Ergänzt nach dem dermaligen Stande der Roheisentechnik von Ingenieur Friedrich Zeyringer, Hochofenverweser in Vordernberg, Steiermark. 5., neubearbeitete Auflage. Verlag Arthur Felix, Leipzig, 1924. 99 Seiten, 21 Abbildungen. Preis: gebunden M 4,50.

Tage der Technik. Technischer Abreißkalender. Von F. M. Feldhaus. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin, 1924. — Technisch-historische Daten und Abbildungen auf 366 Blatt. — Preis: M 4,50.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

ELEKTROMASCHINENBAU

Einphasen-Regelmotoren. N. P. Perez. „Electrical Review“, 94. Bd., 7. März 1924, 2415, S. 364—65. (Berechnung, Aufbau.)

Schnellaufende Motoren. „Electrician“, 92. Bd., 29. Februar 1924, 2389, S. 264. (Kurze Angaben über einen englischen 25 PS-Motor mit 10 000 Umdr/Min.)

Betrieb von Synchronmotoren. H. Cotton. „Electrician“, 92. Bd., 22. Februar 1924, 2388, S. 220—21, 4 Abb. (Untersuchungen über die Erscheinungen bei Intrittfallen.)

Mehrphaseninduktionsmotoren. G. Windred. „Electrician“, 92. Bd., 15. Februar 1924, 2387, S. 190—91, 3 Abb. (Die verschiedenen Anlaß- und Regelverfahren.)

Bewertung von Transformatoren auf Grund der Leistungsschild- und Garantieangaben. J. Fischer. „Bulletin d. Schweiz. elektrotechn. Vereins“, 15. Jg., Februar 1924, 2, S. 58—62. (Die Prüfung und Bewertung von Transformatoren kann in der Schweiz nach verschiedenen Regeln vorgenommen werden, da zur Zeit schweizerische Vorschriften nicht bestehen. Der Unterschied in der Auslegung der hauptsächlichsten Garantieangaben wird an Hand eines Zahlenbeispiels erläutert. Als Schlußfolgerung wird die Angabe des als Garantiebasis benutzten Rechnungsverfahrens gefordert, bis möglichst rasch vom SEV aufzustellende Vorschriften als Einheits-Schweizer-Normalien erklärt werden können. Die Aufnahme der Grundgedanken der amerikanischen Vorschriften in die aufzustellenden schweizerischen Normalien wird empfohlen.)

Beitrag zur Theorie der Gleichstrom-Anker-Wicklung. H. J. S. Heather. „World Power“, 1. Bd., März 1924, 3, S. 158—63. (Theoretische Berechnungen.)

Die Regelung der Drehzahl von Induktionsmotoren im Unter- und Übersynchrongebiet nach System Brown-Boveri-Scherbius. Dr. Seiz. „Elektrotechnik und Maschinenbau“ (Wien), 42. Jg., 24. Februar 1924, 8, S. 109—12; 2. März 1924, 9, S. 128—36,

Digitized by Google

12 Abb. (Einleitung, Prinzip der Drehzahlregelung von Induktionsmotoren, Regelung nach System Brown-Boveri-Scherbius, Wirkungsweise der Scherbiusmaschinen, Untersynchronregulierung, Übersynchronregulierung, generatorisches Arbeiten des Hauptmotors, Erregung der Scherbiusmaschinen, Phasenkompensation des Hauptmotors, Compoundierung des Hauptmotors, Betriebseigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten des Regelsystems BBC-Scherbius.)

WASSERKRAFTWERKE

Die Turbinen des Raanaasfoß-Kraftwerkes. H. Thoresen. „Power", 59. Bd., 19. Februar 1924, 8, S. 278–81, 8. Abb. (Beschreibung des Aufbaues der 12 000 PS-Horizontalturbinen.)

Hydraulische Akkumulierungs- und Pumpenanlagen in der Schweiz, Italien und Frankreich. „Génie Civil", 84. Bd., 1. März 1924, 9, S. 208–09, 1 Abb. (Kurze Zusammenstellung der ausgeführten und geplanten Anlagen.)

DAMPFKRAFTWERKE

Einige zusammenfassende Angaben aus der Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz für das Jahr 1922. „Bulletin d. Schweiz. Elektrotechn. Vereins", 15. Jg., Februar 1924, 2, S. 64–67. (Vorläufige Ergebnisse aus der zur Zeit in Ausarbeitung befindlichen Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz. Vergleichswerte mit 1919.)

Diesel-elektrische Spitzenkraftanlage für das Elektrizitätswerk der Stadt Bern. „Schweizerische Bauzeitung", 83. Bd., 23. Februar 1924, 8, S. 89–90. (Vorgesehen sind zwei Dieselmotoren von 2000 PS.)

FEUERUNGSTECHNIK

Aufbereitung und Anwendung von Staubkohle. R. Jackson. „Engineer", 127. Bd., 15. Februar 1924, 3555, S. 179. (Die verschiedenen Zerkleinerungsmaschinen, Wirkungsgrad der einzelnen Staubkohlenarten.)

Kesselversuche mit vorgewärmter Luft. „Engineering", 117. Bd., 15. Februar 1924, 3033, S. 210–11. (Bericht über die Versuche und die hauptsächlichsten Ergebnisse.)

KRAFTÜBERTRAGUNG

Die schwedischen Verfahren zum Imprägnieren von Masten. E. Hedenlund. „Electrical World", 83. Bd, 23. Februar 1924, 8, S. 373–75, 4 Abb. (Neue Kreosotverfahren und Wirtschaftlichkeitsberechnung.)

Das Aufstellen von Masten. „Electrical World", 83. Bd., 23. Februar 1924, 8, S. 369–72, 10 Abb. (Einzelheiten über die Montage von Gittermasten in schwierigem Gelände.)

BERGBAU

Untersuchungen über die Sicherheit von elektrischen Anlagen in Kohlengruben. „The Mining Electrical Engineer", 4. Bd., Februar 1924, 41, S. 261–265, 6 Abb. (Die feuergefährlichen Stoffe, Signalanlagen, Sprenganlagen und die verschiedenen Sprengverfahren.)

Die verschiedenen Arten von Rundseilen für Förderzwecke. „Génie Civil", 84. Bd., 1. März 1924, 9, S. 213/14. (Kurze Übersicht über die Hauptmerkmale und die Zerreißfestigkeit der einzelnen Förderseile.)

FASERSTOFFINDUSTRIE

Die industrielle Entwicklung Chinas. Fleet. „Electrical Review", 94. Bd., 22. Februar 1924, 2413, S. 300 bis 301, 5 Abb. (Beschreibung der Baumwollspinnerei Heng Yuen.)

Zeugdruck. E. C. Johnson. „Electrician", 92. Bd., 29. Februar 1924, 2389, S. 258/59, 7 Abb. (Umbau von Zeugdruckmaschinen auf elektrischen Antrieb, Merkmale, die dabei zu berücksichtigen sind.)

Herstellung von Teppichen. „Electrician", 92. Bd., 29. Februar 1924, 2389, S. 256/57, 3 Abb. (Große Teppichwirkmaschine mit elektrischem Antrieb, die Vorzüge des elektrischen Antriebes werden kurz beschrieben.)

SCHWEISSEN

Sicherheitsmaßnahmen im elektrischen Schweißbetrieb. D. A. Deyoe. „Foundry", 52. Bd., 15. Februar 1924, 4, S. 148. (Kurze Übersicht über die Schutzmaßnahmen.)

Chemische Vorgänge beim Schweißen. J. R. Booer. „Engineering", 117. Bd., 15. Februar 1924, 3033, S. 221–223, 2 Abb. (Allgemeine physikalische Erscheinungen, die beim Schweißen auftretenden chemischen Verbindungen.)

HEBEZEUGE

Elektrische Krane. Perry. „Electrical Review", 94. Bd., 15. Februar 1924, 2412, S. 248–49, 2 Abb. (7 t-Kran für den Hafen von Ardrossan in Schottland.)

NACHRICHTENÜBERMITTLUNG

Die Telephonfabrik von Sterling. „Electrical Review", 94. Bd., 22. Februar 1924, 2413, S. 302–03, 4 Abb. (Kraftwerk, Herstellung von Radio-Apparaten.)

KABEL

Neuzeitlicher Kabelbetrieb. „Electrical World", 83. Bd., 16. Februar 1924, 7, S. 328–31, 8 Abb. (Angaben über die Merkmale und Prüfungsergebnisse; es wird ausgeführt, daß zur Klärung der verschiedenen Isolationsfragen ein Zusammenarbeiten der Hauptbeteiligten erforderlich ist.)

STOFFKUNDE

Glimmer und Glimmerisolierung. A. A. C. Dickson. „Electrical Review", 94. Bd., 14. März 1924, 2416, S. 408–09. (Die verschiedenen Arten, Eigenschaften und Versuche)

RÖNTGENSTRAHLEN

Das Flimmern von Röntgenstrahlen. „Engineering", 117. Bd., 15. Februar 1924, 3033, S. 204–05, 4 Abb. (Untersuchungen und Schlußfolgerungen.)

MESSTECHNIK

Elektrostatische Spannungsmesser mit vollkommen abgeschirmtem Luftkondensator. Prof. A. Imhof. „Bulletin d. Schweiz. elektrotechn. Vereins", 15. Jg., Februar 1924, 2, S. 62–64, 4 Abb. (Beschreibung eines elektrostatischen Spannungsmessers zur Messung sehr hoher Spannungsunterschiede zwischen zwei Leitern, von denen keiner mit der Erde verbunden zu sein braucht.)

Verantwortlicher Schriftleiter: Dipl.-Ing. Fr. Heintzenberg, Charlottenburg.
Gedruckt bei Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68, Kochstraße 68–71.



SIEMENS-ZEITSCHRIFT

SIEMENS & HALSKE
SIEMENS-SCHUCKERT

SCHRIFTLEITUNG: LITERARISCHES BUREAU DER SIEMENS-SCHUCKERTWERKE

4./5. HEFT * BERLIN / APRIL/MAI 1924 * JAHRGANG 4

Technischer Rückblick auf das Jahr 1923

Mitgeteilt vom Literarischen Bureau der SSW.

Seitdem in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die Elektrotechnik geboren wurde und stürmische Entwicklungsjahre durchgemacht hat, ist das Schrittmaß des technischen Fortschritts stetiger und langsamer geworden. Grundstürzende, anscheinend aus dem Nichts auftauchende Erfindungen haben einem allmählichen, oft mühseligen Aufstieg mit vorwiegend ökonomischem Ziel Platz gemacht.

Die wirtschaftliche Notlage, die der Vertrag von Versailles über große Teile von Europa gebracht hat, zwingt vor allem die deutsche Technik dazu, das Gebot des sparsamsten Haushaltens mit Kraft und Stoff in den Vordergrund zu stellen. Dieses Gebot gibt dem Erfinder die Anregung; für den Konstrukteur, den Projekteur und den Werkstatt-Ingenieur lauten die richtunggebenden Gesetze: Kohle sparen, Material sparen, Platz sparen, Gewicht sparen, Fracht und Zoll sparen, Personal sparen. Und derjenige Verkäufer hat die besten Absatzaussichten, dem es gelingt, seine Abnehmer davon zu überzeugen, daß sie mit dem Erwerb eines neuen Erzeugnisses Geld sparen.

Der nachfolgende Rückblick wird erkennen lassen, daß auch die technische Entwicklung bei den Siemens-Gesellschaften im verflossenen Jahr den Weg des stetigen Fortschreitens zu gesteigerter Wirtschaftlichkeit gegangen ist.

Zugunsten der Hervorhebung besonders kennzeichnender Erfolge mußte dabei auf Vollständigkeit verzichtet werden.

Von den umfangreichen Forschungsarbeiten für die wissenschaftliche Klärung der Vorgänge in elektrischen Starkstromanlagen können hier nur wenige erwähnt werden: Bestimmung der Zusatzverluste in Synchronmaschinen[1]), Berechnung der Kurzschlußströme und Kurzschluß-Erwärmungen bei Großkraftwerken[1]), Untersuchung der elektro-magnetischen Erscheinungen beim Spannungsregeln von Wechselstrom-Generatoren, Schnellentregungs-Methoden für große Generatoren, Bestimmung des Verlaufs unharmonischer Schwingungen auf mechanischem und elektrischem Gebiet[2]), systematische Durcharbeitung aller elektrischen Schaltvorgänge und verwandter Störungserscheinungen in Starkstromanlagen[3]), Verlauf der Spannungskurven und des Leistungsfaktors bei Quecksilberdampf-Gleichrichtern, Probleme der Wärmeleitung und der Abkühlung in Apparaten und Maschinen. Im übrigen sei hinsichtlich der wissenschaftlichen Fortschrittarbeiten auf die „Wissenschaftlichen Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern"[4]) verwiesen.

Bei dem Ausbau der Kraftversorgung standen namentlich in Deutschland die eingangs erwähnten wirtschaftlichen Gesichtspunkte im Vordergrund. Es handelte sich vor allem um die Nutzbarmachung von Wasserkräften für möglichst ausgedehnte Versorgungsgebiete. Die SSW waren mit umfangreichen Lieferungen für Walchenseewerk und Mittlere Isar beteiligt an der großzügigen Verwirklichung des Bayernwerkprojektes[5]). Z. B. befinden sich im Bau für das Walchenseewerk zwei Einphasengeneratoren mit horizontaler Welle von je 10 650 kVA Dauer-

[1]) ETZ, Januar 1924, S. 37.

[1]) Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern, Bd. III, Heft 2.

[2]) Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik, 1924, S. 454.

[3]) „Elektrische Schaltvorgänge und verwandte Störungserscheinungen in Starkstromanlagen." Von Reinhold Rüdenberg. Verlag Julius Springer, Berlin, 1923.

[4]) Verlag Julius Springer, Berlin.

[5]) Siemens-Zeitschrift, März 1924, S. 89.

Digitized by Google

leistung, überlastbar auf 20 000 kVA während drei Minuten, 6600 V, $16^2/_3$ Per., 250 Umdr/min; für die Mittlere Isar zwei Drehstrom-Generatoren mit vertikaler Welle, je 10 500 kVA, 6600 V, 50 Per., 166 Umdr/min und ein Einphasengenerator, ebenfalls mit vertikaler Welle, 12 000 kVA, 6300 V, $16^2/_3$ Per., 166 Umdr/min; für die Innwerke sieben Gleichstrom-Nebenschlußgeneratoren: je 6375 kVA, 15 000 A, 425 V, 150 Umdr/min. Für die Alzwerke wurde ein fünfter Generator von 9000 kVA geliefert, so daß im ganzen dort jetzt 45 000 kVA eingebaut sind. In Betrieb gesetzt wurden u. a.: die Kraftwerke Ulm und Tannheim a/Iller; letzteres Werk mit 3 Vertikal-Generatoren von je 3500 kVA. Eine ganze Reihe von Wasserkraftanlagen, bei denen die SSW als Generalunternehmer auftreten, wurden im Laufe des Jahres ausgeführt oder befinden sich noch im Bau. Erwähnt seien die Anlagen in Wiemeringhausen und Habelschwerdt sowie in Fröndenberg, Hüsten, Hohenlimburg i. Westf. und Giersdorf, bei denen der

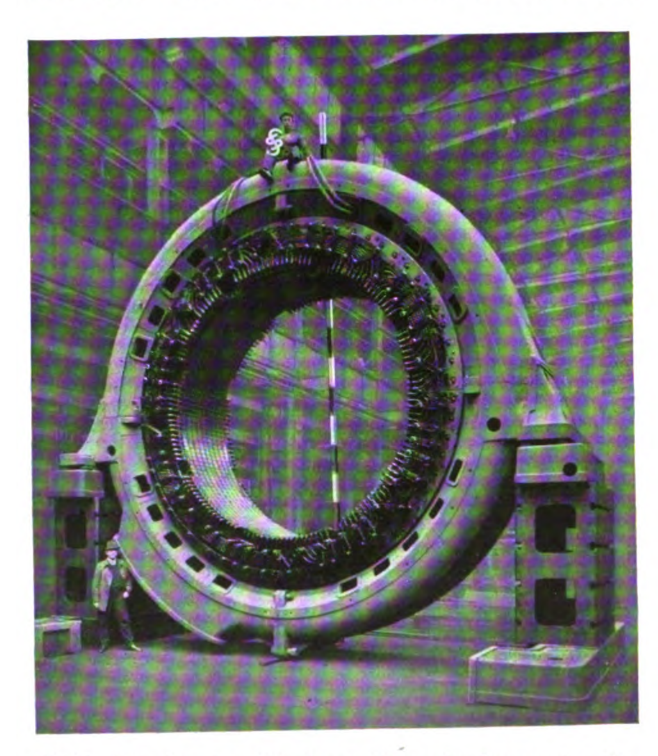


Bild 1. Ständer eines Einphasen-Wasserkraftgenerators für das Walchenseewerk. 10650 kVA, 6600 V, $16^2/_3$ Per., 250 Umdr/min.
TWL

bauliche Teil von der Siemens-Bauunion ausgeführt wurde. Das Wasserkraftwerk Alameda in Mexiko, über das in einem späteren Heft berichtet werden soll, konnte dem Betrieb übergeben werden.

Auch beim zweiten Ausbau des Murgwerks in Baden sind umfangreiche Aufträge an die Siemens-Gesellschaften gefallen, so die gesamten Bauarbeiten für die Schwarzenbach-Talsperre und die dazugehörigen Stollen an die Siemens-Bauunion. Der Stollendurchschlag ist im Laufe des Jahres erfolgt. Die Arbeiten für die Auskleidung stehen vor ihrem Abschluß. An der Sperre selbst sind die Erdarbeiten bis auf geringe Teile beendet und die Betonarbeiten in Angriff genommen. Dieser Bau ist deshalb besonders bemerkenswert, weil hier die abfließende Wassermenge der Murg in Stunden geringen Stromverbrauches in die Talsperre gepumpt wird. Für das Kraftwerk befindet sich ein Drehstromgenerator: 20 000 kVA, 10 000 V, 500 Umdr/min mit wagerechter Welle bei den SSW im Bau.

Die immer mehr an Bedeutung gewinnenden Wasserkraftgeneratoren mit senkrechter Welle weisen jetzt insofern eine konstruktive Neuerung auf, als das auf dem oberen Armstern des Generators angeordnete Stützlager für die gesamten umlaufenden Gewichte als Segment-Kipplager ausgebildet ist.

Für niedrigere Gefälle verwendet man zum Antrieb von schnellaufenden Generatoren mit wagerechter Welle neuerdings Vertikal-Turbinen nicht mehr mit Kegelradübersetzung, sondern Kegelpfeilräder mit großem Übersetzungsverhältnis.

Der Frage der Aufspeicherung des Nachtstroms für Koch- und Heizzwecke zur Verbesserung der Tagesbelastungskurve der Elektrizitätswerke wurde erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet.

An der Ausgestaltung zweckmäßiger Tarife wird z. Zt. seitens des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie und der Vereinigung der Elektrizitätswerke gearbeitet.

Dampfkraftwerke. Die den SSW zur Gesamtausführung übertragenen Großkraftwerke Fortuna der Rhein. Elektrizitätswerke A. G. im Braunkohlenrevier, Unterweser [1]) der Unterweser A. G. und das neue Heizkraftwerk der Farbwerke vorm. Friedrich Bayer in Leverkusen wurden wesentlich weiter gefördert. Die Kraftwerke der Gewerkschaft des Steinkohlenbergwerks

[1]) Gründungsarbeiten Siemens-Bauunion.

Digitized by Google

Ewald A. G. in Herten i. W. und der Überlandzentrale Helmstedt A. G. in Harbke sind so gut wie fertiggestellt. Bei der Projektierung eines großen Bahnkraftwerkes wurden wertvolle Untersuchungen über den Einfluß der Kesselgröße und der Kessel- und Economiser-Anordnungen angestellt, und die Frage des geeignetsten Rostes wurde einer eingehenden Prüfung unterzogen.

Es wurden weiter kritische Untersuchungen über den baulichen Teil von Kraftwerken begonnen, nach deren Ergebnissen wesentliche Ersparnisse im Kraftwerkbau zu erwarten sind[1]).

Die Notwendigkeit der Verbesserung des Wirkungsgrades von Dampfkraftanlagen hat zur Erhöhung der Dampfdrucke bis 50 und mehr Atmosphären geführt[2]).

Mit der Ersten Brünner Maschinenfabriks-Gesellschaft wurde ein Abkommen getroffen, das den SSW die Ausnutzung der Dampfturbinen-Konstruktionen der genannten Firma gestattet.

Das Bestreben, die Wirtschaftlichkeit von Dampfkraftwerken durch Einbau von Dampfspeichern zu steigern, hat im Jahre 1923 zu schönen praktischen Erfolgen geführt. Aussichtsvoll ist die Anwendung solcher Speicher bei Bahnkraftwerken[3]). Unter den in Auftrag gegebenen Ruths-Speicheranlagen befindet sich u. a. die größte bisher geplante Anlage, nämlich die der Hanomag mit einem Speicherinhalt von 1000 m³ in drei Speichern von je 4 m Durchmesser und 27,5 m Länge. Auch die Faserstoffindustrie hat durch verschiedene Aufträge auf Ruths-Speicheranlagen lebhaften Anteil hieran bekundet.

Im Bau von Turbogeneratoren wurde die Höchstleistung des Vorjahres von 60000 kVA nicht überschritten. Dagegen ist man mit der Drehzahl großer Maschinen wesentlich höher gegangen. Beispielsweise sind Generatoren bis zu 25000 kVA mit 3000 Umdr/min bereits im Betrieb. Die betriebssichere Ausführung derartiger Maschinen ermöglicht erhebliche Kosten-, Gewichts- und Raumersparnisse. Ernste Aufmerksamkeit wurde den Rückkühleranlagen für Turbogeneratoren mit geschlossenem Kreislauf der Kühlluft geschenkt.

Als Spitzenleistung verdient besondere Erwähnung der im Bau begriffene größte bisher gebaute zweipolige Einphasen-Turbogenerator für das

[1]) Dohme, „Kraftwerkshochbauten". Erscheint demnächst im Selbstverlag der SSW.
[2]) Siemens-Zeitschrift, Juni 1923, S. 245.
[3]) Siemens-Zeitschrift, Juni 1923, S. 258.

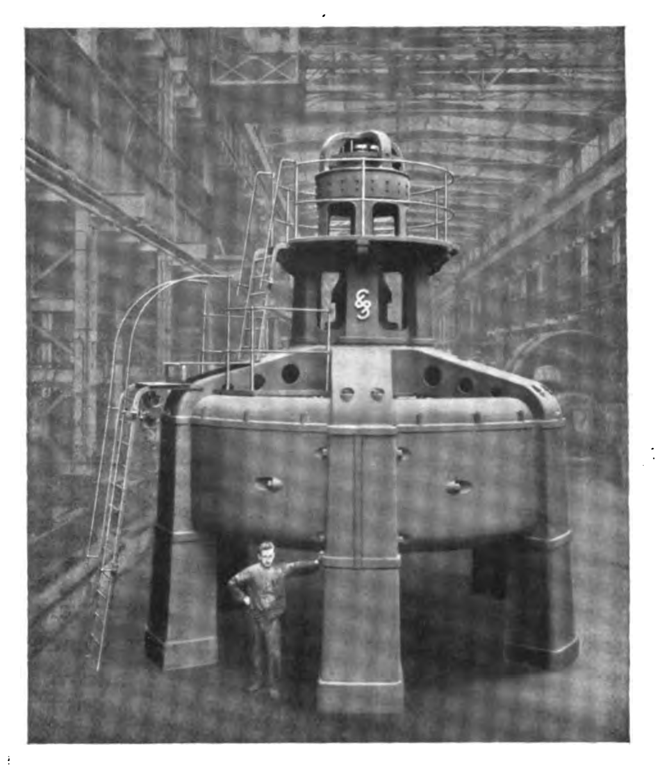


Bild 2. Wasserkraftgenerator mit senkrechter Welle für das Kraftwerk Tannheim a. Iller. 3500 kVA, 5000 V.

TWL

Bahnkraftwerk Mittelsteine (11400 kVA, 3400 V, 16⅔ Perioden, 1000 Umdr/min) und die Lieferung des größten zweipoligen Drehstrom-Turbogenerators (25000 kVA, 12500 V, 25 Perioden, 1500 Umdr/min). Die letztgenannte Maschine ist bestimmt für die Anlage Dock Sud der Compañia Hispano Americana und wird zum Betrieb der Untergrundbahn in Buenos Aires gebraucht. Da der Ständer einteilig ausgeführt werden mußte, waren die Abmessungen so groß, daß erhebliche Transportschwierigkeiten zu überwinden waren. Der Ständer mußte mit Wicklung ohne Gußgehäuse versandt werden, und um dies zu ermöglichen, war es nötig, für das Ständerblechpaket mit Wicklung eine besonders widerstandsfähige Konstruktion zu ersinnen.

Bei den Aufträgen auf große Maschineneinheiten war das Ausland (Holland, Rußland, Lettland, Italien, Japan) stark beteiligt.

Der Fragenkreis der Parallelschaltung von Kraftwerken bildete den Gegenstand eingehenden Studiums; übersichtliche Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Abmessung der Verbindungsleitungen wurden ausgearbeitet[1]). Bei dem Zusammenschluß der Überlandwerke er-

[1]) Siemens-Zeitschrift, Mai/Juni 1922, S. 248 und Januar 1924, S. 17.


Digitized by Google

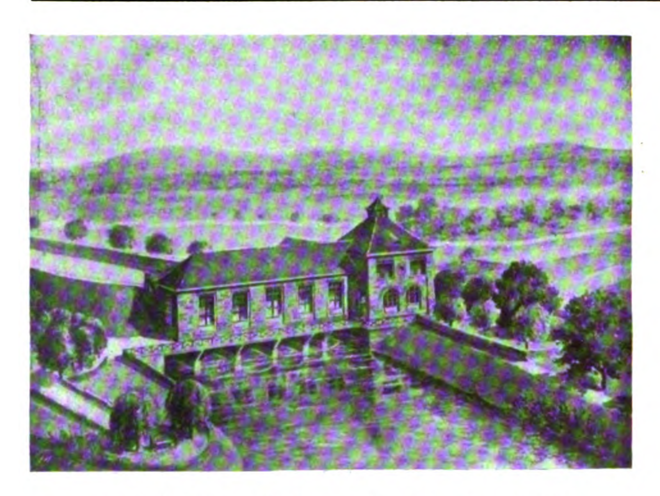


Bild 3. Wasserkraftwerk Fröndenberg i. W.

TWL

gaben sich häufig Spannungsunterschiede, die ausgeglichen werden müssen, wofür Zusatztransformatoren mit Spannungsstufern[1]) verwendet werden, die es gestatten, unter Last auf verschiedene Spannungen umzuschalten.

Der Verbesserung des Leistungsfaktors haben die SSW schon seit Jahren die ihr gebührende Aufmerksamkeit geschenkt[2]). In jüngster Zeit ist diese Frage dadurch mehr hervorgetreten, daß Elektrizitätswerke, bei denen die Netzverhältnisse hinsichtlich des Leistungsfaktors ungünstig waren, zum Teil dazu übergegangen sind, nach dem Leistungsfaktor gestaffelte Tarife aufzustellen, welche die kostenlose Entnahme von Blindleistung nur bis zu einem bestimmten Leistungsfaktor, z. B. 0,8, gestatten. Die zahlreichen Wege, welche die SSW zur Erreichung des Zieles: $\cos \varphi = 1$ beschritten haben, sind folgende: zentralisierte Verbesserung durch Blindleistungsmaschinen oder Synchronmotoren für gleichzeitige Abgabe von Wirk- und Blindleistung, Gruppenverbesserung durch Synchronmotoren mit Dämpferkäfig für Selbstanlauf, durch Synchronmotoren mit Anlaufwicklung, durch Asynchronmotoren mit Drehstrom-Erregermaschine oder durch Asynchronmotoren mit Gleichstrom-Erregermaschine; Einzelverbesserung durch kompensierte Drehstrommotoren mit angebauter Dreh- oder Gleichstrom-Erregermaschine oder mit angebautem Hilfskommutator.

[1]) Siemens-Zeitschrift, August/September 1923, S. 383.

[2]) Vgl. u. a. Sonderheft „Cos φ" der Siemens-Zeitschrift, November 1921 (vergriffen).

Bei dieser Aufzählung sind diejenigen Verfahren an die Spitze gestellt worden, von denen sich die SSW die besten Erfolge für die Elektrizitätswirtschaft versprechen.

Kleinere Wasserkräfte werden gelegentlich herangezogen, um, mit einer Blindstrommaschine gekuppelt, den Leistungsfaktor des umliegenden Bezirkes einer Überlandzentrale zu verbessern. Für Lieferung von Blindstrom wird z. B. die Wasserkraftanlage Warendorf ausgebaut, da die Stadt einen Vertrag für Lieferung von Blindstrom mit dem Elektrizitätswerk Westfalen abgeschlossen hat. Mit Rücksicht darauf, daß dort die Wassermenge in sehr weiten Grenzen schwankt und die kleinste Wassermenge noch ausgenutzt werden soll, werden drei Turbinen aufgestellt für 2,1, 4,56 und 8,93 m^3/s Schluckfähigkeit bei einem Gefälle, das entsprechend von 3,9 auf 3,0 und bis auf 2,7 m bei größter Wassermenge heruntergeht. Die kleine Gruppe wird mittels Kegelrädern mit einem eigenen Drehstromgenerator, der zur Versorgung der Stadt dient, verbunden. Mit ihr können auch die kleinsten Wassermengen noch gut ausgenutzt werden. Die beiden anderen Turbinen treiben mittels Kegelrädern und einer gemeinsamen Welle einen großen Drehstromgenerator an, der auch zur Blindstromlieferung dienen kann. Je nach der vorhandenen Wassermenge kann die mittlere oder die große Turbine durch Ausrücken der Kegelräder abgekuppelt werden oder es können auch beide

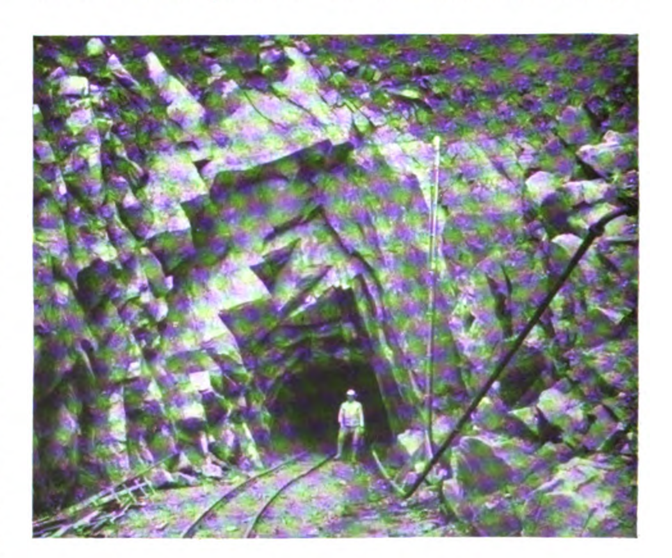


Bild 4. Schwarzenbachtalsperre, Stollenmund auf der Lindenhalde.

TWL

Digitized by Google

gemeinsam laufen. Auch diese Anlage ist von den SSW als Gesamtunternehmer unter Hinzuziehung der Siemens-Bauunion für den baulichen Teil hergestellt worden.

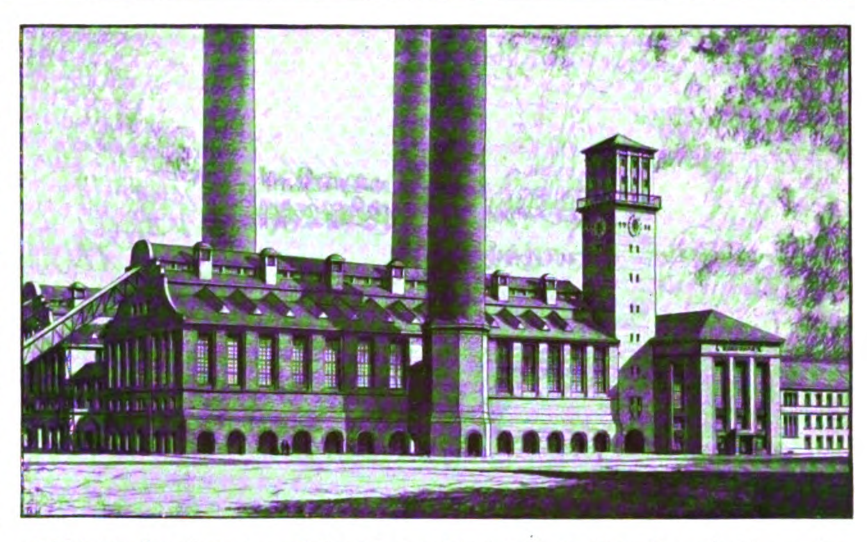


Bild 6. Kraftwerk Fortuna II der Rhein. Elektrizitäts-A.-G. im Braunkohlenrevier. Gesamtleistung nach vollständigem Ausbau 160000 kVA.

Der Bau großer Transformatoren hat mit der weiteren Entwicklung der Großkraftübertragungen Schritt gehalten. Ist auch die bisherige Höchstleistung von 60 000 kVA nicht wieder verlangt worden, so konnte doch eine ganze Anzahl bemerkenswerter großer Einheiten geliefert werden. Besondere Aufmerksamkeit verdienen 10 Drehstrom-Transformatoren für je 30 000 kVA bei einer Betriebsspannung von 110 000 V, die vollständig betriebsfertig mit Ölfüllung auf der Eisenbahn transportiert werden können[1]). Weiterhin ist erwähnenswert der Bau von Drehstrom-Transformatoren mit 12 000 kVA Leistung und für eine Übersetzung von 10 000/160–135–125–110 V. Diese Transformatoren dienen für die Speisung von Karbidöfen. Ihre sekundäre Stromstärke beträgt 60 000 A.

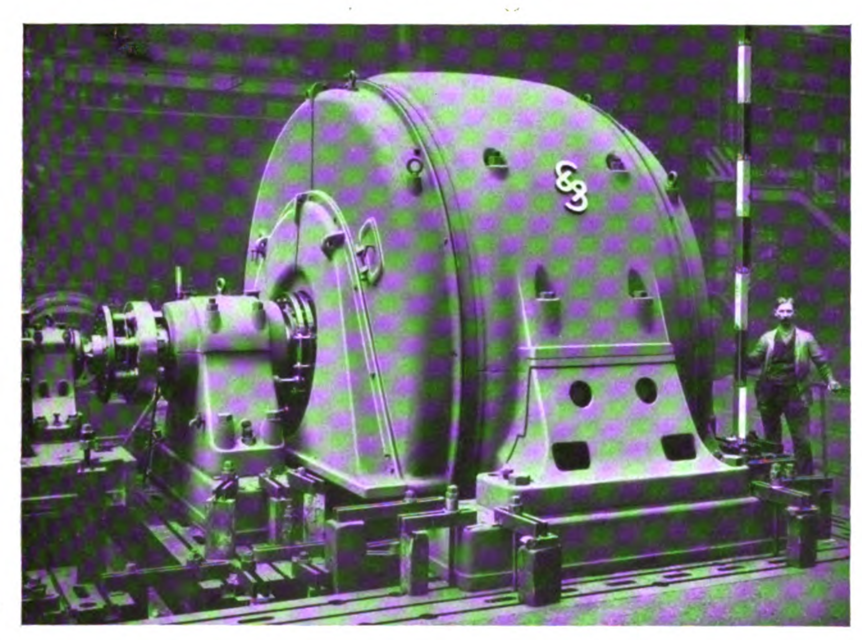


Bild 5. Wasserkraftgenerator für das Murgwerk (Schwarzenbachtalsperre). 20000 kVA, 10000 V, 50 Per., 500 Umdr/min.
TWL

Ferner wurden große Drehstrom-Transformatoren mit drei Wicklungen gebaut, die zwei getrennte Sekundärnetze mit 5500 und 60 000 V aus einem 110 000 V-Netz speisen. Jede der Wicklungen ist für 12 500 kVA bemessen.

Für das Bayernwerk wurden Drehstrom-Transformatoren von 16 000 und 6000 kVA für eine Primärspannung von 110 000 V und für die Eldir sechs Drehstrom-Transformatoren von je 15 000 kVA ebenfalls bei 110 000 V Primärspannung geliefert.

Für das Walchenseewerk befinden sich vier Einphasen-Transformatoren für 16⅔ Per., 6400/115 000 V, je 10650 kVA dauernd (überlastbar auf 20 000 kVA während drei Minuten) in Montage und für die Mittlere Isar drei Einphasen-Transformatoren für 16⅔ Per., 6600/110 000 V, je 12000 kVA im Bau.

Die Ausführung von Höchstspannungs-Transformatoren bis zu 220 000 V bildet keine technischen Schwierigkeiten mehr. Für Prüfstationen wurden Transformatoren für 500000 V zwischen Klemme und Erde (1 Million V bei Hintereinanderschaltung von zwei Transformatoren) dem Betrieb übergeben.

Der Ölkonservator, dessen ganz bedeutender Wert für die dauernd gute Erhaltung und Be-

[1]) Siemens-Zeitschrift, Dezember 1923, S. 540.

Digitized by Google

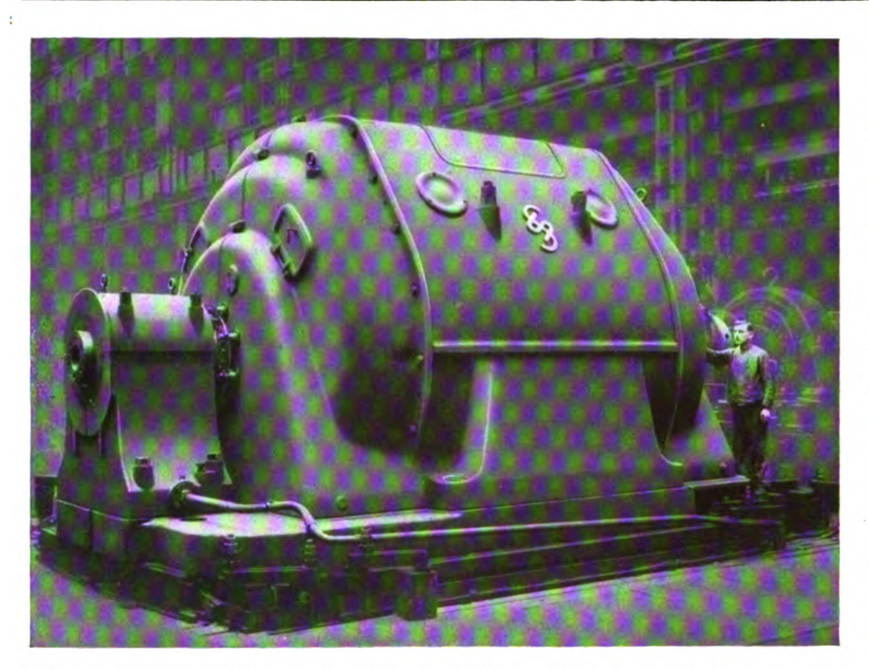


Bild 7. Größter bisher gebauter zweipoliger Drehstrom-Turbogenerator. 25000 kVA, 12500 V, 25 Per., 1500 Umdr/min. *TWL*

Bedienung und Unterhaltung erwerben ihnen unter den Betriebsleuten dauernd neue Freunde. Vermöge dieser Eigenschaften erobern sie sich vor allem die mittleren Ortsunterwerke. In einem solchen Werk konnte nach Einführung der Gleichrichter das Personal von zwölf auf drei Köpfe herabgesetzt werden. Ebenso vollzieht sich die Einführung des Gleichrichters, insbesondere des Großgleichrichters auf dem Bahngebiet mit beachtenswertem Erfolg. Eine Reihe von bedienungslosen Gleichrichter-Unterwerken für 1200 V wurde in Ausführung genommen.

Zur Erfüllung von Sonderaufgaben sind mechanische Gleichrichter für 280 000 V hergestellt und dem Betrieb übergeben worden.

triebssicherheit von Öltransformatoren bei den SSW frühzeitig erkannt wurde und der bei ihren Transformatoren schon in den Jahren 1909 und 1910 ganz allgemein eingeführt wurde, hat sich in den letzten Jahren auch in Amerika und dem übrigen Auslande durchgesetzt.

Zu einer glücklichen Lösung führte das Streben nach einheitlicher Ausführung von Transformatorenstationen für ländliche Bezirke[1]).

Dank der guten Erfahrungen mit Glas- und Großgleichrichtern konnte im abgelaufenen Jahr wieder eine größere Zahl neuer Anlagen erstellt werden. Die Leistung des Glasgleichrichters ist auf 250 A bei 230 V je Gefäß, die der Großgleichrichter auf 1500 A bei 1500 V erhöht worden. Gleichrichter kann man, ihrer guten Betriebseigenschaften wegen, an allen Stellen anwenden, an denen eine Umformung von Drehstrom in Gleichstrom gewünscht wird. Ihr zwischen 1/4 und 5/4 Belastung nahezu gleichbleibender Wirkungsgrad sowie ihre geringen Ansprüche an

Die Bedeutung der Schaltanlage im Organismus der großen Kraftnetze hat ihren Entwurf zu einem Sondergebiet der Elektrotechnik werden lassen. Überlegung und Erfahrung haben zu



Bild 8. Transformatoren für das Bayernwerk, Umspannwerk Nürnberg. 6000 und 16000 kVA, 110000 V. *TWL*

bestimmten Anordnungen im Aufbau der Anlage geführt, deren planmäßige Festlegung Gegenstand umfangreicher Arbeiten des verflossenen

[1]) Siemens-Zeitschrift, Oktober 1923, S. 428.

Digitized by Google

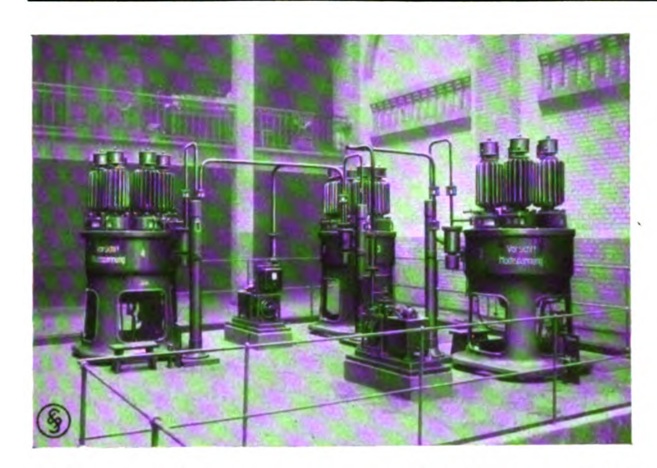


Bild 9. Großgleichrichteranlage. Drei Einheiten je 360 kW, Gleichstrom 600 V, Drehstrom 6000 V, 50 Per. *TWL*

Jahres bildete[1]). Die Kurzschlußströme und ihr Einfluß auf die Ausführung der Schaltanlagen wurden hierbei sorgsam berücksichtigt[2]).

Apparate für die Übertragungsspannung von 220 000 V sind fertig durchgebildet. Auf der Leipziger Messe konnte eine nach dem Kondensatorprinzip aufgebaute Durchführungsklemme für diese Spannung gezeigt werden[3]).

Freiluftstationen finden jetzt auch in Europa nach bisher abwartender Haltung mehr und mehr Eingang. Im europäischen und im überseeischen Auslande sind die SSW mit dem Aufbau einer Anzahl derartiger Anlagen beschäftigt. Die reihenweise Herstellung von Freiluftapparaten ist eingeleitet[4]).

Durch den Zusammenschluß der großen Werke gewinnen die Überstrom- und Überspannungsschutz-Einrichtungen an Bedeutung. Der Löschtransformator der SSW hat sich erfolgreich durchgesetzt. Die Inbetriebnahme des bisher größten Löschtransformators für 55 A Erdschlußstrom bei 56 kV im Kraftwerk Tannheim war ein voller Erfolg. Der Selektivschutz der SSW für Kabel und Leitungen erfreut sich wachsender Beliebtheit. Die Erkenntnis seiner unbedingten Notwendigkeit für den sicheren Betrieb ausgedehnter Leitungsnetze gewinnt schnell Boden. Unter anderem wurde für ein Hüttenwerk eine Selektivschutzanlage für zehn Parallelkabel und eine Ringleitung geliefert.

Eine wichtige Neuerung auf dem Gebiet des Überspannungsschutzes bedeutet der den SSW patentierte Hörnerschutz mit selbsttätiger Widerstands-Zuschaltung.

Bild 10. Links: Ölschalter für 220 000 V, rechts: Kleinste Ölschaltertype der SSW, dazwischen: Ölschalter für 110 000 V. *TWL*

[1]) Panzerbieter und Dehn, „Schaltanlagen für Kraftwerke", Selbstverlag der SSW, 1923 (vergriffen).

[2]) Siemens-Zeitschrift, Sept. 1922, S. 436.

[3]) Siemens-Zeitschrift, Aug./Sept. 1923, S. 388.

[4]) Siemens-Zeitschrift, Dezember 1923, S. 541, März 1924, S. 94.

Digitized by Google

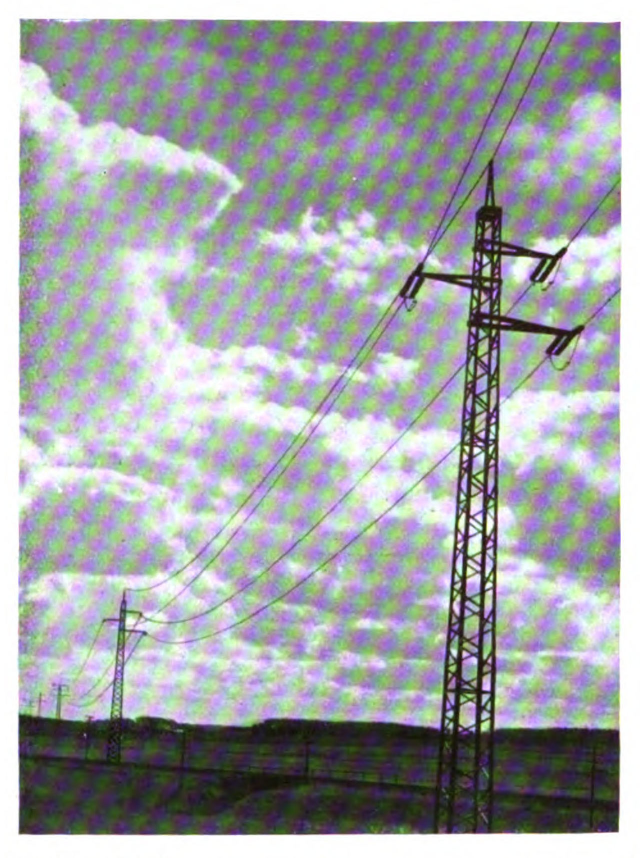


Bild 11. Hochspannungsfreileitung des Bayernwerks auf der Strecke Nürnberg—Bamberg.
TWL

Von dem 110000 V Bayernwerknetz waren den SSW der Ausbau von über 300 km Freileitungsstrecken übertragen; der Bau konnte vollendet und die Strecken dem Betrieb übergeben werden. Eine große Zahl anderer Hochspannungs-Freileitungen konnte weiter gefördert oder bereits dem Betrieb übergeben werden. Bemerkenswert ist die von den ÖSSW ausgeführte 12 km lange 55000 V-Strecke, die in einer Höhe von über 2000 m den Arlberg überschreitet[1]). Im Rheinland ist seitens der SSW eine 25 km lange Freileitungsstrecke aus Stahl-Aluminiumseilen für 220000 V errichtet worden.

Zum Schutz gegen Überlastung durch Eis sind auf vielen Strecken bereits die neuen Sicherheits-Dehnungsfedern eingebaut.

Der neue V-Isolator, bei dem die Stütze innen ohne jede Kittung befestigt ist, so daß Beschädigungen der Isolatoren durch treibenden Kitt ausgeschlossen sind, ist für die Leitungen auf den bayerischen Strecken der Deutschen Reichsbahn angenommen worden[2]).

(Fortsetzung folgt.)

[1]) Siemens-Zeitschrift, Mai 1923, S. 206.
[2]) ETZ, Januar 1923, S. 59.

Die Schaltungen der selbsttätigen Streckenblockanlagen

Von Dr.-Ing. Arndt, Blockwerk der Siemens & Halske A.-G.

(Schluß.)

Um das Eintreten der Zugdeckung zu überprüfen, verwendet man nach den Schaltungen in Bild 3 bis 5 ein Lichtrelais, das in angezogener Lage, also bei brennender Haltlampe r, über seine Kontakte die Abhängigkeit mit dem rückliegenden Blockrelais herstellt. Die Lichtrelais mit ihren beweglichen Teilen müssen von den Bediensteten unterhalten werden. Immer mehr strebt daher der Betrieb danach, bewegte Teile, wo es möglich ist, durch ruhende elektrische Einrichtungen zu ersetzen. So geht beispielsweise ein Vorschlag der Berliner Hochbahngesellschaft[1]) dahin, an Stelle des aus bewegten Teilen bestehenden Lichtrelais einen ruhenden Transformator a zu benutzen (Schaltung Bild 6).

Der Transformator a befindet sich mit seiner Primärwicklung in Hintereinanderschaltung mit der Haltlampe r der Westinghouse-Schaltung. Beim Überfahren eines Signals ist der Blockrelaiskontakt 1 geöffnet, es sind daher Primärwicklung und rote Lampe r stromdurchflossen. Hat beispielsweise der Zug das Blocksignal S_2 überfahren und der Zugschluß die isolierte Blockstelle i_1 geräumt, so wird der Hilfswicklung des rückliegenden Blockrelais R 1 durch die Sekundärwicklung des Transformators a Strom zugeführt auf dem Wege: Sekundärwicklung a — Fahrsperrekontakt f 2 — b_1 — Selbstschlußkontakt 2 an R 1 — h — b_2.. Das Blockrelais R 1, dessen beide Wicklungen erregt sind, dreht sich und schließt seinen Selbstschlußkontakt, durch den es sich von dem ersten Stromweg in bekannter Weise unabhängig macht. Die Anordnung bringt es zwecks Schonung der roten Lampe mit sich, daß die der Hilfswicklung des Blockrelais zugeführte Energie nur zu einem bestimmten Teil über den Rotstromkreis geleitet wird, und zwar gerade soviel, um den Anker des Blockrelais bis zum Schließen

[1]) D. R. P. 302925 v. 6. 12. 16.

Digitized by Google

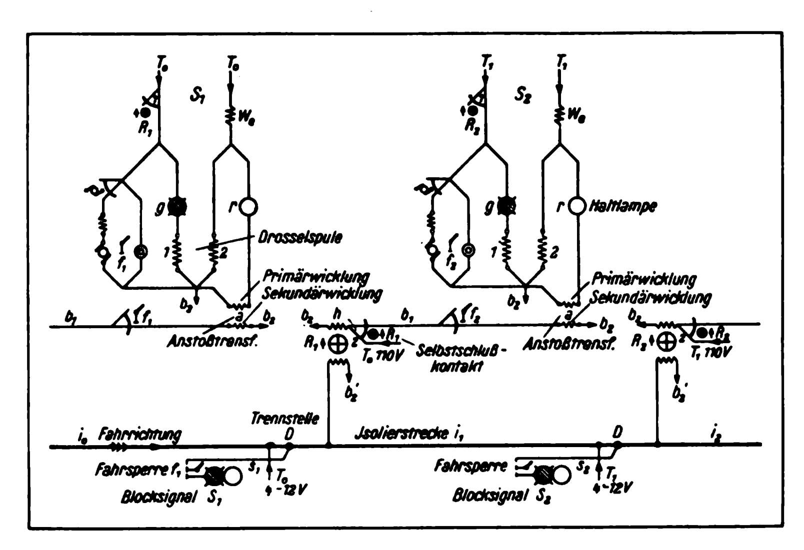


Bild 6. Schaltung der Lichtsignale und Fahrsperre (Westinghouse-Hochbahn-Schaltung).
TWL

des Kontaktes 2 anzustoßen. Hat aber 2 den rückliegenden Blocktransformator unmittelbar an h angelegt, so wird durch ihn am Ende der Ankerbewegung die Sekundärwicklung des Anstoßtransformators a im Hauptweg abgeschaltet.

Noch günstigere elektrische Verhältnisse lassen sich für den Rotstrom- und den Relaisstromkreis erzielen, wenn man an Stelle der Transformatorwirkung die einem elektrischen Ventil ähnelnde Wirkung der Induktivität zweier auf einen gemeinsamen Eisenkern in entgegengesetzten Windungen gelegten Wicklungen benutzt. Hier kann die zur Betätigung des rückliegenden Blockrelais notwendige gesamte Energie vom Blocktransformator bei nur mittelbarer Hinzuziehung des Rotstromkreises hergegeben werden.

In Bild 7 sind die Grundzüge dieser in der obigen Weise von Siemens & Halske entwickelten Schaltung[1]) verdeutlicht. Die Haltlampe r ist mit der Sekundärwicklung 3 eines besonders durchgebildeten Transformators u verbunden. 3 erhält bei besetzter Blockstrecke von der Primärwicklung 1 Strom.

Bei freier Blockstrecke wird durch die Wicklung 2 das Spannungsgefälle der roten Lampe vernichtet, und zwar in der Weise, daß das von 1 erzeugte Feld völlig in den Streuweg des gemeinsamen Eisenkernes hinausgedrängt wird. Wicklung 2 stellt wie 1 in der Schaltung Bild 4 den Löschstromkreis dar. Von ihm ist aber der Grünstromkreis mit Rücksicht auf möglicherweise am Relaiskontakt auftretende Erdschlüsse durch einen besonderen Relaiskontakt 2 vollständig getrennt.

Bei eingeschaltetem Rotlicht hinter jedem Zuge fließt zugleich Block- und Rotstrom durch die Wicklungen des Stromventils oder der Stromsperre p. Hierbei heben sich, da die Wicklungen 1 und 2 entgegengesetzt gewickelt sind, ihre magnetischen Wirkungen auf; sie setzen dadurch den Strömen nur ihren geringen Ohmwiderstand entgegen.

Ist aber der Leuchtfaden zerstört, so daß die rote Lampe nicht leuchten kann, dann ist die mit ihr hintereinander geschaltete Wicklung 1 stromlos und damit der elektromagnetische Feldausgleich aufgehoben. Im Blockrelais-Stromkreis wird dann der volle induktive Widerstand der Wicklung 2 der Stromsperre 2 wirksam, und der durch diesen herabgeminderte und zur Hilfswicklung des rückliegenden Blockrelais führende Blockstrom ist so schwach, daß er den Anker nicht anziehen kann. Die beste Sperr- oder Ventilwirkung von p

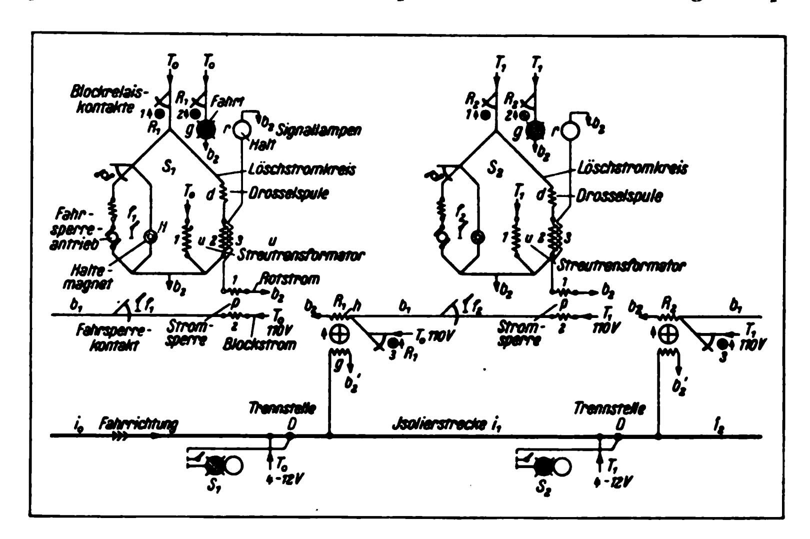


Bild 7. Schaltung der Lichtsignale und Fahrsperre mit Streutransformator und Stromsperre.
TWL

ist natürlich bei Phasengleichheit der durch 1 und 2 fließenden Ströme gegeben. Da aber der Blockstrom durch die Relaiswicklung an sich eine

[1]) D. R. P. 354642 v. 3. 2. 21 — 367703 v. 5. 2. 22.

Digitized by Google

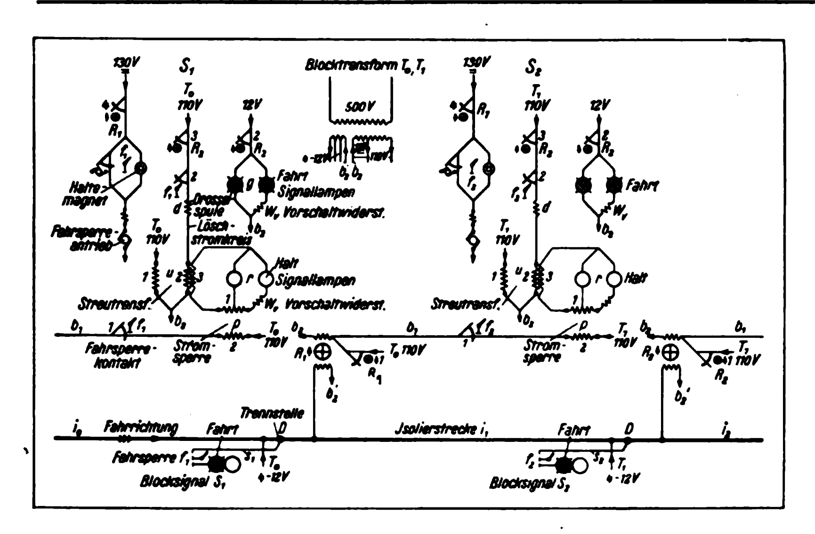


Bild 8. Schaltung der Lichtsignale und Fahrsperre nach der Ausführung.
TWL

bestimmte Phasenverschiebung erhält, muß dem Rotstrom künstlich eine solche erteilt werden. Dies geschieht durch den Transformator u unter Nutzbarmachung der sehr großen Streuung — kurz den Streutransformator.

Bei Erdschluß am Relaiskontakt 1 im Löschstromkreis arbeitet der Streutransformator u unerwünscht als Stromerzeuger, da dann über die Kontakterdung und die in den meisten Fällen geerdete Rückleitung ein geschlossener Stromkreis entsteht. Ließe man daher die grüne Lampe im Löschstromkreise, so wäre das unter Umständen bedenklich. Um diese unerwünschte Beeinflussung des Grünstromkreises vollkommen zu beseitigen, ist die grüne Lampe aus dem Löschstromkreise herausgenommen und, unabhängig von dieser, über den Relaiskontakt 2 gesteuert. Damit ist jede Möglichkeit einer gefahrbringenden Berührung oder Ableitung ausgeschlossen.

Bild 9. Der Zug in der isolierten Blockstrecke i_1.
TWL

Um auch nach besetzter Blockstrecke zu verhüten, daß bei einem Erdschluß eine Störung der roten Lampe eintritt, ist in die Löschleitung vor die Wicklung 2 eine Drosselspule d geschaltet, die die Spannung der roten Lampe aufrecht erhält.

Die bisher nur grundsätzlich erörterten Schaltungen sind in Bild 8 durch eine der wirklichen Ausführung entsprechende Schaltung neuerer Schnellbahn-Streckenblockanlagen ergänzt.

Jeder Signalstromkreis hat zwei parallel geschaltete Signallampen, von denen die eine mit normaler, die andere zur Schonung mit Unterspannung brennt. Die Fahrsperre wird in der Regel durch Gleichstrom von etwa 130 V Spannung betrieben, der ja in den Stellwerksbatterien zum Stellen der Weichen wohl immer vorhanden ist.

In der Löschleitung ist noch ein in der Freilage geschlossener Fahrsperrkontakt 2 angegeben, der das Auslöschen der Haltlampe verhindert, so lange nicht die Fahrsperre tatsächlich in die Freilage übergegangen ist.

Unter Zugrundelegung dieser Schaltung sind guter Übersicht wegen nunmehr die durch den Zug beim Befahren der isolierten Blockstrecken bedingten Zustandsänderungen in den einzelnen Stromkreisen gesondert in Bild 9—12 wiedergegeben.

Nach Schaltbild 9 ist der Zug am Signal S_1 vorbei in die isolierte Blockstrecke i_1 eingefahren. Blockrelais R_1 ist kurzgeschlossen, seine Kontakte

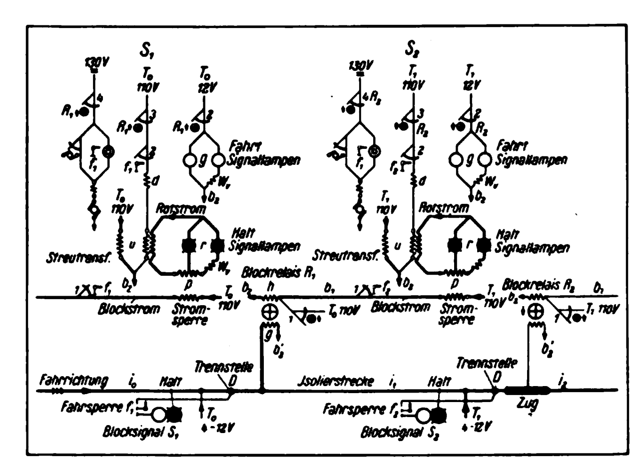


Bild 10. Der Zug an der Trennstelle $i_1 - i_2$.
TWL

1—4 sind unterbrochen. Infolgedessen brennen die Haltlampen, nur die Fahrsperre gelangte in die Sperrlage. Mit dem Rotstrom von S_1

Digitized by Google

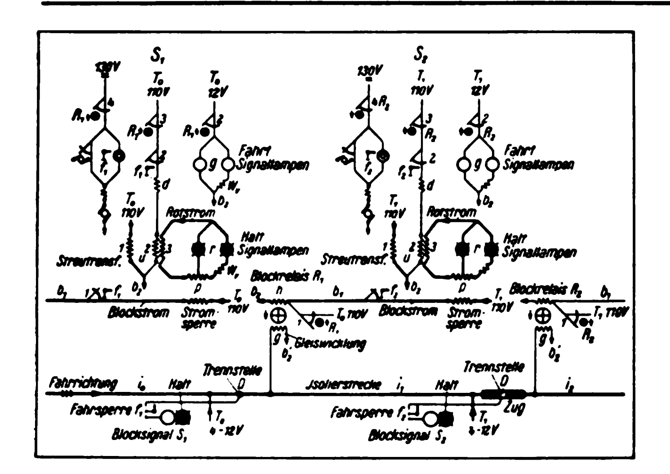


Bild 11. Der Zug in i_2, Blockrelais R_1 zieht eben an. *TWL*

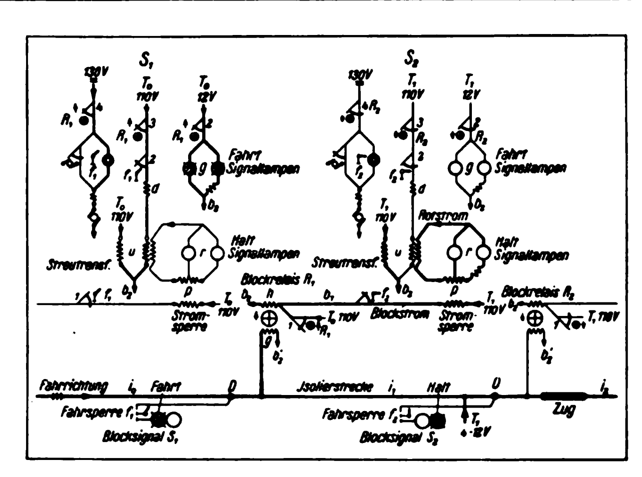


Bild 12. Blockrelais R_1 angezogen. *TWL*

fließt zugleich Blockstrom zur Wicklung des im Bilde nicht mehr dargestellten rückliegenden Blockrelais Ro. Der Rotstrom nimmt den Weg: Sekundärwicklung 3 des Streutransformators u — rote Lampen r — Wicklung 1 Stromsperre p — nach 3 zurück, und der Blockstrom: T_0 110 V — 2 — Fahrsperrekontakt 1 an f_1 — b_1 — zur Relaiswicklung h von R_0 — b_2. Die so durch den Zug hergestellten Stromkreise sind in der Abbildung stark ausgezogen.

Gelangt der Zug mit seiner Spitze in die benachbarte Blockstrecke i_2 (Bild 10), so fließt zwar Blockstrom zur Hilfswicklung h des rückliegenden Blockrelais R_1, aber es kann noch kein Strom durch die Gleiswicklung g fließen, da die isolierte Blockstrecke i_1 noch vom Zugschluß besetzt ist. Das Blockrelais verharrt daher noch in abgefallener Lage. Es zieht aber an, wenn, wie Bild 11 zeigt, die isolierte Blockstrecke i_1 vom Zugschluß geräumt ist. Beide Wicklungen sind dann in der bekannten Weise erregt. Das Schaltbild zeigt den Stromfluß bei eben anziehendem Blockrelais und noch „Halt“ zeigendem Signal S_1 und Bild 12 nach vollzogenem Ankeranzug mit Signal S_1 auf „Fahrt“. Man sieht, daß zu diesem Zeitpunkt der Hilfswicklung h von R_1 von zwei Seiten Strom zugeführt wird, und zwar einmal über die Blockleitung b_1 und im anderen Fall über den Selbstschlußkontakt 1. Der erste Stromweg wird durch den Fahrsperrenkontakt f_2 unterbrochen, wenn der Zug die isolierte Blockstrecke i_2 mit allen Achsen verläßt und das zugehörige Blockrelais R_2 in bekannter Weise in die Fahrlage übergeführt hat. Die Schaltung entspricht dann in der Grundstellung, also bei freier Blockstrecke, der in Bild 8 früher dargestellten Form.

Die Gesamtschaltung in zweipoliger Darstellungsform. Neben den früheren einpoligen Schaltbildern ist der Vollständigkeit halber in Bild 13 die Gesamtschaltung der selbsttätigen Streckenblockung in zweipoliger Form gegeben.

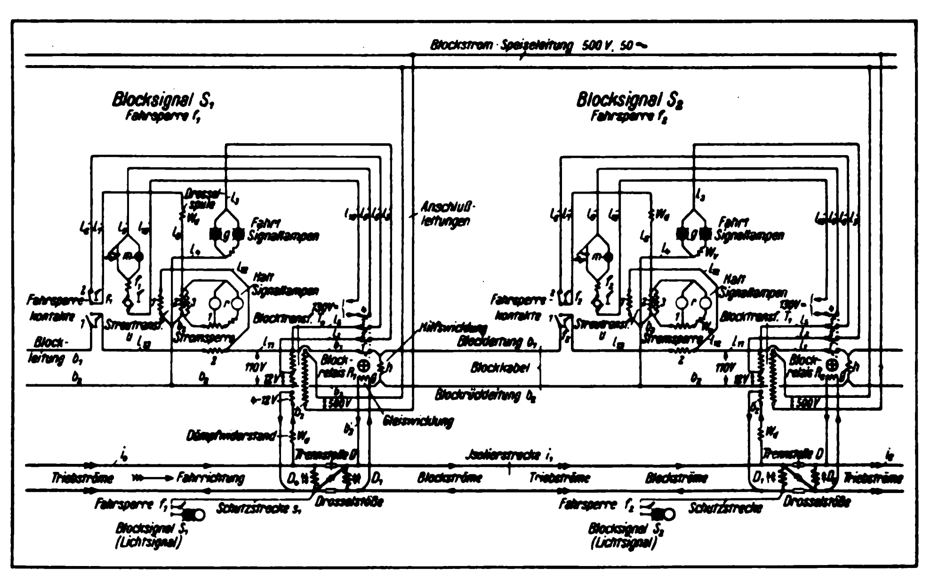


Bild 13. Schaltung der Lichtsignale, Fahrsperre in zweipoliger Darstellung. *TWL*

Digitized by Google

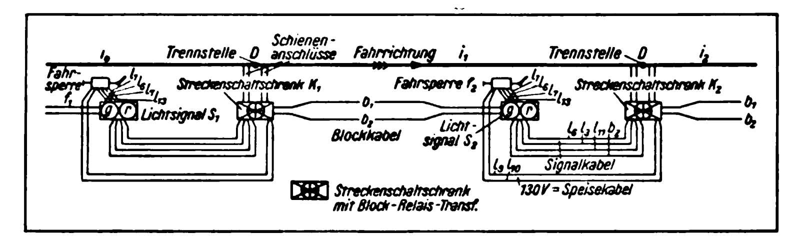


Bild 14. Kabelplan.

TWL

Es zeigt alle Einrichtungen der Anlage nach ihrer örtlichen Anordnung längs der Blockstrecken.

An den Trennstellen und Drosselstößen sind demgemäß der Blocktransformator und das Relais mit seinen Kontakten, und am Lichtsignal, in dessen Gehäuse aus praktischen Gründen die Stromsperre und der Streutransformator mit untergebracht sind, zusammen mit der Fahrsperre nunmehr alle Einrichtungen an der örtlich richtigen Stelle angeordnet.

In der Grundstellung fließt bei freier Blockstrecke i_2 Grünlichtstrom am Signal S_2 auf dem Wege: 12 V $T_1 - l_2 - 2 - l_3 - g - l_4 - b_2$ und Relaisstrom 110 V $T_1 - l_1 - 1 - h - b_2$. Gleichzeitig fließt der Löschstrom 110 V $T_1 - l_5 - 3 - l_6 - 2$ an $f_2 - l_7 - w_d - l_8 - 2$ von $u - b_2$. Der den Fahrsperrarm in der Freilage haltende Gleichstrom nimmt den Weg 130 V $- 4 - l_9 -$ Haltmagnet m — Feld — Anker, l_{10} — Batterie.

Bei besetzter Strecke fließen der primäre Rotlichtstrom 110 V $T_1 - l_{11} - l_{12} - 1$ von $u - b_2$, der sekundäre $3 - r - 1 - 3$ und der Blockstrom 110 V $T_1 - l_{11} - 2 - l_{13} - 1$ an $f_2 - b_1 - h - b_2$.

Jeder Blocktransformator wird durch die in der Schaltung angegebenen Anschlußleitungen gespeist, die mit der Blockstromspeiseleitung (500 V, 50 : 60 Per.) verbunden sind.

Ein Vergleich der zweipoligen Darstellungsform mit der einpoligen zeigt, daß bei der ersten infolge der räumlich richtigen Anordnung aller Einrichtungen die Übersicht etwas beeinträchtigt, aber bei der einpoligen Darstellung in Übersicht und Klarheit unübertrefflich vorhanden ist.

Im Anschluß an die erörterten Schaltungen ist der Vollständigkeit halber in Bild 14 ein der Schaltung in Bild 13 entsprechender Kabelplan angegeben. Alle Leitungen sind darin mit den gleichen Bezeichnungen versehen, so daß ein vollständiges Bild des Zusammenhanges aller Kabel und der Leitungsführung gewonnen werden kann. Im Kabelplan sind besonders durchgebildete Streckenschaltschränke angedeutet, in denen die gesamten Streckenblockeinrichtungen, wie Blocktransformator und -relais, Dämpfwiderstand, Sicherungen, Schalter usw. der guten Instandhaltung wegen vereinigt sind. Vom Streckenschaltschrank führen das Gleichstrom-Speisekabel, Leitungen l_9 und l_{10} zum Antrieb der Fahrsperre und das Signalkabel, Leitungen l_3, l_6, l_{11} und b_2 zum Lichtsignal. Dieses steht mit der Fahrsperre durch die in einem besonderen Rohr geführten Leitungen l_1, l_6, l_7 und l_{13} in leitender Verbindung. Vom Lichtsignal ist das Blockkabel Leitungen b_1 und b_2 längs der Strecken zum nächsten Streckenschrank geführt, von wo es in bekannter Weise zu den Klemmen des Blockrelais weitergeleitet wird.

Zwanzig Jahre Ölschalterbau bei den Siemens-Schuckertwerken

Von G. Lux, Oberingenieur im Charlottenburger Werk der SSW

(Schluß.)

Der Vorkontakt- oder Schutzschalter unterscheidet sich äußerlich vom gewöhnlichen Ölschalter nur durch sein tieferes Ölgefäß, innerlich durch ergänzte Kontaktstücke, die bei der Schließbewegung den Verbrauchsstrom kurzzeitig über den Widerstand führen. Damit bei etwaiger Dauereinschaltung des Widerstandes die Ölfüllung nicht kochend werden kann, sind in die beiden Widerstandszuführungen Wärmeschmelzstreifen eingeschaltet, die bei etwa 100° C abschmelzen; eine außen am Ölgefäß angebrachte Kennscheibe mit etwa 70° C Schmelzwärme läßt den inneren Zustand ohne die Notwendigkeit des Absenkens des Ölgefäßes überwachen.

Im Laufe der Jahre erhöhten sich die Anforderungen, die an Überstromselbstschalter gestellt wurden, wesentlich. War anfangs damit gedient, wenn die Abschaltung überhaupt nur etwas verzögert eintrat, so verlangte die Praxis allmählich eine genauere Einhaltung der eingestellten Zeit, damit es möglich wurde, die hintereinander liegenden Ölschalter zu staffeln, denn nur auf diese Weise konnte erreicht werden, daß allein der einer Störungsstelle zunächstliegende Schalter zum Aus-

Digitized by Google



Bild 17. Dreipoliger Dreikessel-Ölschalter mit Schutzwiderstand, Fahrgestell und Kesselsenkvorrichtung 350 A 60 kV.

lösen kam. Die Hitzdrahtverzögerung war dafür ungeeignet; die Verzögerungsdauer einer auf thermischem Prinzip beruhenden Überwachungseinrichtung ist von der Umgebungstemperatur und von der Vorwärmung abhängig, d. h. war vor der Störung im überwachten Stromkreis die Belastung nicht gleich der der Einstellung zugrunde gelegten, dann war die Verzögerungsdauer nicht übereinstimmend mit der Einstellung. Ein anderer Einfluß, die Überlastung des Hitzdrahtes bei Kurzschluß und die dabei entstehende Längenänderung darf hier nicht unerwähnt bleiben. Die auf dem Erwärmungsprinzip beruhenden Auslöser sind zudem in ihrer Verzögerung vom Strome abhängig, d. h. mit dessen Zunahme strebt ihre Verzögerungsdauer der Zeit Null zu. Ein Bedarf nach Auslösern, die die eingestellte Zeit unter allen Umständen halten, war schon bei dem Bau der Anlage Heimbach aufgetreten, denn da stellte sich zum erstenmal die Notwendigkeit einer selektiven Wirkung ein, derart, daß von der Verbrauchsstelle aus betrachtet, die Schalterverzögerung nach dem Kraftwerk hin zunehmen muß. Man baute dafür Relais, bestehend aus einem Magneten, dessen Anker ein Räderwerk mit Windflügelhemmung zum Ablauf brachte; am Ende des Ablaufweges wurde ein Kontakt geschlossen, der Spannungsauslöser am Ölschalter wurde erregt und der Ölschalter ausgelöst. Magnetanker und Laufwerk waren anfänglich starr miteinander gekuppelt, bald aber mußte man einsehen, daß die starre Kupplung unbrauchbar war. Bei Kurzschlüssen traten infolge der hammerschlagähnlichen Wirkungsweise der Magnete Beschädigungen und Zerstörungen der Laufwerke ein. Zur Abhilfe hat man zwischen Magnetanker und Laufwerk Schraubenfedern eingeschaltet, wodurch die Übelstände beseitigt waren. Die Wirkungsweise der Verzögerung war nun begrenzt abhängig geworden.

Die Konstruktion von Auslösern für unmittelbaren Aufbau auf Ölschalterdurchführungen wurde im Jahre 1909 begonnen. Der Auslösermagnet wurde auf den Einführungsisolator aufgesetzt, das Verzögerungswerk auf die Deckelplatte des Ölschalters. Anfänglich durch einen Hartgummistab, später durch ein Porzellanrohr und schließlich durch einen Repelitstab wurden Magnet und Laufwerk gekuppelt. Sowohl die Strom- als auch die Zeiteinstellung konnten auf diese Weise an der geerdeten Ölschalterkonstruktion liegen; das Einstellelement war nicht mehr spannungführend wie bei dem Vorgänger, dem Hitzdrahtauslöser. Anfangs hatte man den Auslöser mit einer Einrichtung versehen, die bei Überschreitung einer gewissen Stromstärke unter Umgehung der Verzögerung eine Schnellauslösung herbeiführte; das hat sich aber nicht bewährt, bei Kurzschluß fielen alle von ihm getroffenen Schalter gleichzeitig. Die Graduierung der Zeitskalen für den Bereich der Einstellstromstärken hat sich ebenfalls nicht auf die Dauer bewährt, denn für die Praxis ist nur der Kurzschlußfall maßgebend. Aus diesem Grunde hat man vom Jahre 1916 ab die Graduierung der Zeitskalen für

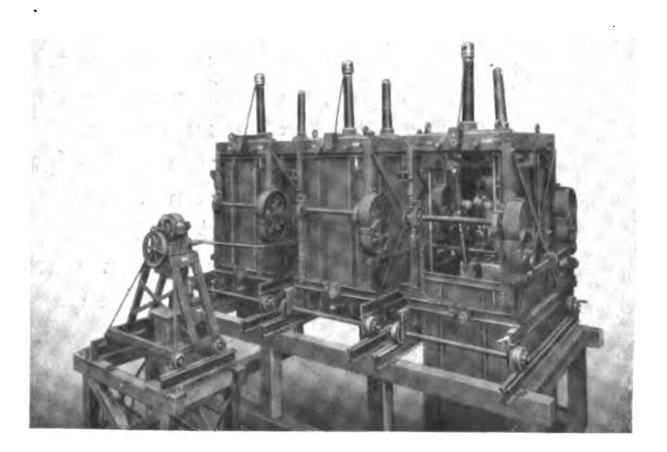


Bild 18. Dreipoliger Dreikessel-Ölschalter mit Schutzwiderstand und Kesselsenkvorrichtung für 350 A 100 kV. — Der Motor im Vordergrund dient für den Antrieb der Senkvorrichtung.

Kurzschluß eingeführt. Unter Kurzschluß ist in diesem Sinne der Strom zu verstehen, der die zwischen Magnetanker und Hemmwerk einge-

Digitized by Google

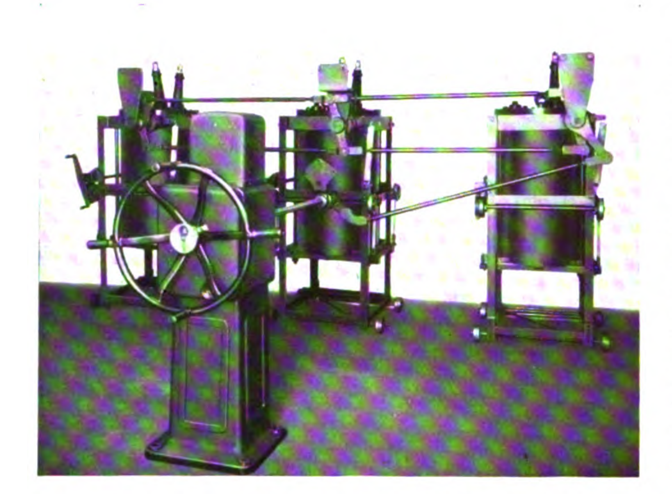


Bild 19. Druckfester Dreikessel-Ölschalter mit Schutzwiderstand, Fahrgestell und Senkvorrichtung für 1000 A 24 kV mit Schaltmagnet-Antrieb auf Säule.

hängte Schraubenfeder augenblicklich auszieht, so daß die Ablaufdauer allein von der Kraft dieser Feder bestimmt wird; die Größenordnung dieses Stromes liegt angenähert bei dem 3,5fachen Nennwert der Magnetspule. Für den Magneten hat man den drehenden Anker beibehalten, weil diese Form günstige Eigenschaften hinsichtlich der Drehmomentkurve und des Rückgangs hat, nur die Ankerform wurde im Laufe der Zeit etwas geändert, um den allmählich schärfer werdenden Bedingungen an die Einrichtung in ausreichendem Maße gerecht zu werden.

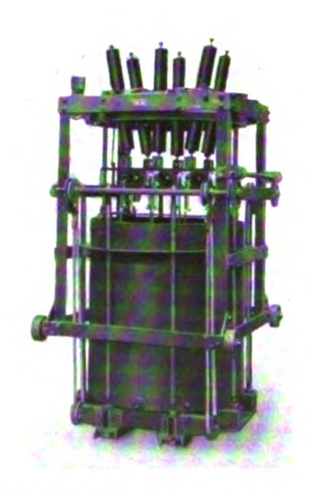


Bild 20. Druckfester dreipoliger Einkessel-Ölschalter mit Schutzwiderstand, Fahrgestell und Kesselsenkvorrichtung 350 A 35 kV.

Für die über 35 kV liegenden Spannungen elektrischer Starkstrom-Anlagen wurden vor wenigen Jahren die Normalspannungen mit 60 und 100 kV festgelegt; in der Folge hat man auch diese Apparate unter Normen gebracht Bild (17 u. 18).

Die zunehmende Leistung der Kraftwerke, die außerordentlich hohen Stromstärken, die sich im Kurzschlußfall einstellen, gaben zu mancher Schalterbeschädigung Veranlassung; mehr oder weniger große Betriebsschäden sind als Folgen dabei eingetreten. Beobachtungen haben gezeigt, daß in erster Linie die Spaltprodukte durch den Lichtbogen im Öl bei ihrer Mischung mit Luft die Ursache der entstehenden Feuererscheinungen innerhalb und außerhalb der Ölschalter sind. In erster Linie mußte dafür gesorgt werden, daß Gase aus dem Ölschalter in die Schalträume nicht übertreten; das Ölgefäß mußte unter Umständen einer Gemischexplosion über dem Ölspiegel standhalten, ohne die Dichtigkeit zu verlieren, und damit war der druckfeste Ölschalter umschrieben. Seine Gefäßkonstruktion hält einem inneren Druck von 10 kg/cm² stand, der Innenraum über dem Ölspiegel wird durch ein Gasabzugsrohr von ausreichendem Durchmesser mit dem Freien verbunden. Der Deckel aus Stahlguß und das Ölgefäß aus Stahlblech werden durch acht kräftige Zugbolzen zusammengehalten, eine Dichtungsnut mit Hanf-

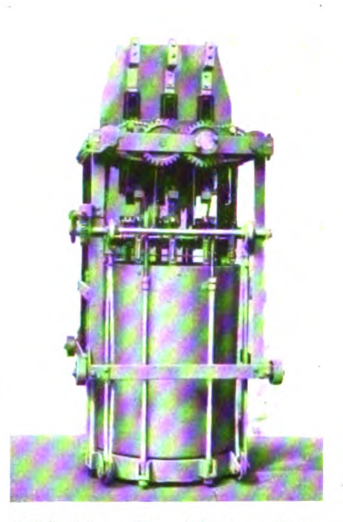


Bild 21. Druckfester dreipoliger Einkessel-Ölschalter 2000 A 24 kV mit Fahrgestell und Senkvorrichtung.

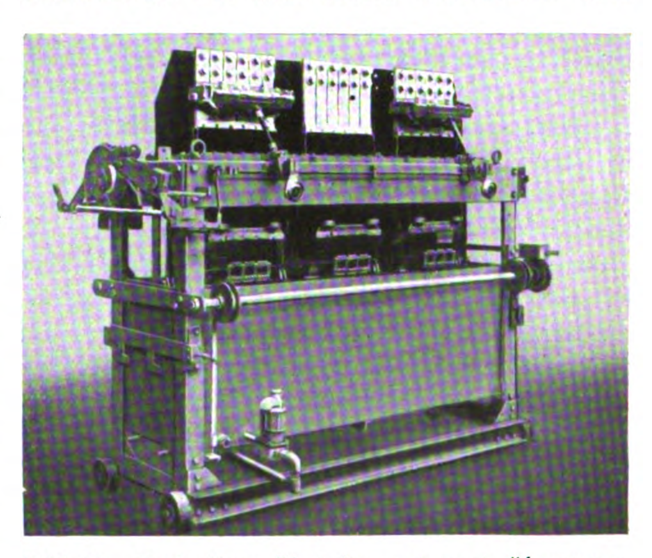


Bild 22. Dreipoliger Ölschalter mit zwei Überstrom-Zeitauslösern, Fahrgestell und Kesselsenkvorrichtung für 6000 A 6 kV.

Digitized by Google

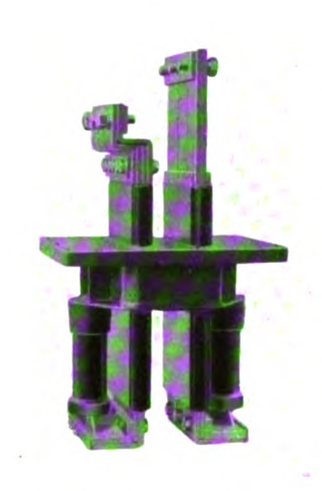


Bild 23. Feste Teile der Strombahn eines Poles für Ölschalter 3000 A, 6 kV.

dichtung verhindert den Austritt von Öl oder Gasen in den Schaltraum. Für die Durchführungen werden nur Kondensatorklemmen aus Repelitmaterial verwendet, teils der mechanischen Festigkeit wegen, teils wegen der größeren dielektrischen Sicherheit dieser Durchführungen gegen Gleitfunken. Die nach außen tretenden Achsen sind durch Stopfbüchsen gedichtet. Die Unterbrechungseinrichtung im Innern des Ölkessels ist bis 1000 A Nennstrom in ihrer Anordnung und im Aufbau die gleiche wie bei Richtlinien-Ölschaltern, bei den höheren Stromstärken hat man für die Funkenkontakte Druckkontakte gewählt. Der ganze Schalter ruht in einem Fahrgestell, das Ölgefäß kann nach Lösen der Zugbolzen mittels Winde gesenkt und gehoben werden. In den meisten Fällen erfolgt der Antrieb mittels Schaltmagnet oder Schaltmotor. Anfänglich wurden die druckfesten Konstruktionen nur als Dreikesselschalter ausgeführt, nach neueren Gesichtspunkten erscheint der Einkesselschalter selbst für die größten der heute vorkommenden Leistungen durchaus hinreichend. Geliefert wurden die ersten druckfesten Schalter im Jahre 1914. Bild 19 zeigt einen druckfesten Dreikesselschalter für 1000 und 2000 A, die Bilder 20 und 21 druckfeste Einkesselschalter für 350 und 2000 A.

Viel Kopfzerbrechen machten dem Konstrukteur Ölschalter für hohe Stromstärken. Schon eingangs wurde erwähnt, daß die Anordnung außen liegender Stromkontakte und im Ölbad liegender Funkenkontakte den geringsten induktiven Widerstand ergibt und daß damit alle üblen Folgen dieser Erscheinung fortfallen. Dagegen bringt die Verschmutzung der außen liegenden Kontaktflächen doch unhaltbare Zustände zuwege, der ganze Unterbrecher mußte wieder ins Ölbad. Zunächst versuchte man durch Parallelschaltung mehrerer kleinerer Schalter der erhöht auftretenden Wirkungen der Stromschleife, der Hautwirkung und der Stromverdrängung zu begegnen. Das erfordert aber viel Platz, außerdem ist die Bauart teuer. Fortgesetzte Bemühungen haben aber den Erfolg gebracht, daß es heute wohl möglich ist, Drehstromschalter für beliebig große Stromstärken zu bauen, ohne ungünstige zusätzliche Erwärmung im Konstruktionseisen befürchten zu müssen. Bild 22 zeigt einen solchen Schalter für 6000 A, Bild 23 läßt die Strombahn einer Phase eines solchen Schalters für 3000 A erkennen. Zur größeren Sicherheit hat man diese Hochstrom-Ölschalter mit Ölumlaufpumpen ausgerüstet, die in den Bildern sichtbar sind. Zweck dieser Pumpen ist, das Öl, das sich hauptsächlich nur in dem Bereich zwischen Kontaktstelle und Ölspiegel erwärmt, durcheinander zu wirbeln, damit der ganze Ölinhalt gleiche Temperatur annimmt, so daß die gesamte Gefäßoberfläche mit zur Wärmeabgabe herangezogen wird.

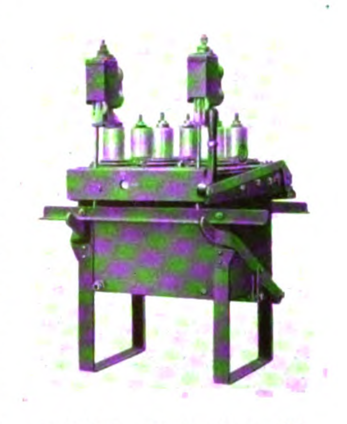


Bild 24. Dreipoliger Ölschalter mit zwei Überstrom-Zeitauslösern und Kesselheber für Breitantrieb mittels Handrad.

Schließlich zeigt Bild 24 die jüngste Konstruktion der SSW auf dem Gebiet der Ölschalter. Sie sind zunächst für 200 und 350 A und für die Spannungen 0,5 -- 3 -- 6 -- 12 kV auf den Markt gebracht worden. Ölschalter der gleichen Bauart für 24 und 35 kV sowie der Vorkontakt- oder Schutzschalter für 3 bis 35 kV sind in Vorbereitung.

Als Isolatoren verwendet diese Schalterbauart ganz glatte Porzellanrohre, eine Form, die man der Einfachheit halber gewählt hat, die aber sonderbarerweise etwas Widerspruch bei den Verbrauchern findet; es werden Schönheitsgründe dagegen ins Feld geführt. Rein praktisch bewertet, ist die ganz



Bild 25. Überstrom-Zeitauslöser zum Aufbau auf Ölschalter-Durchführungen für 6 bis 350 A.

Digitized by Google

glatte Form hinsichtlich des Verhaltens gegen Staubablagerung die richtigste, weil sie in senkrechter Richtung gar keine Flächenprojektion zeigt und daher keinerlei Verstaubung eintritt. Ölgefäß und Deckel werden ebenso wie bei den Vorgängern aus Blech hergestellt. Innere und äußere Abstände hat man auf das geringst zulässige Maß gebracht, wodurch gegenüber den früheren Ausführungen eine erhebliche Ölersparnis eingetreten ist. Das Ölgefäß wird in Flacheisenbügeln, auf denen der Schalter stehen kann, geführt; durch eine einfache Hebelvorrichtung kann es bequem gesenkt und gehoben werden, in der Betriebsstellung ist es durch die beiden Handhebel, die federnd über zwei Knacken springen, gehalten. Die Anordnung im Schaltgerüst ist hängend angenommen; nach Einführung ist vielfach der Wunsch nach fahrbaren Apparaten ausgesprochen worden, und man hat sich zur Lieferung auch dieser Art entschlossen. Die Einzelheiten des Unterbrechers hat man den früheren Ausführungen gegenüber nur unwesentlich geändert. Einer gründlichen Neubearbeitung wurde der Auslöser unterzogen. Die wichtigste Aufgabe war die Ermäßigung der Ausdehnung in der Richtung von Phase zu Phase; diese Abmessung sollte nicht größer werden als der Isolatordurchmesser. Magneteisen und Anker blieben grundsätzlich unverändert, der Magnet wurde einteilig, nicht mehr zusammengesetzt. Das Verzögerungswerk mit Ankerhemmung hat man in einem viereckigen Gehäuse unmittelbar vor dem Magneten und an der Hochspannung liegend untergebracht. Der Strom wird mittels eines besonderen Schlüssels eingestellt, die Zeit durch Drehen der Auslöserstange. Die Auslöserstangen der zwei bzw. drei Auslöser wirken über Winkelhebel und einen gemeinschaftlichen Lenker unter Zwischenschaltung eines Kraftspeichers nach der Freilaufkupplung. Dadurch ist eine erhöhte Sicherheit in der Wirkung erreicht. Wie Bild 25 zeigt, ergibt das Ganze einen recht gedrungenen Aufbau.

Vergleichsmessungen an Drehbänken

Von Karl Meller.

Die Frage nach der Wirtschaftlichkeit betriebstechnischer Anlagen hat immer mehr an Bedeutung gewonnen. — Allgemein geht das Bestreben dahin, mit Hilfe einfacher Mittel und geringer Kapitalaufwendung die Wirtschaftlichkeit zu verbessern. Dies gilt auch für die gebräuchlichen Arbeitsmaschinen, insbesondere für Werkzeugmaschinen, die vielfach jetzt noch sehr unwirtschaftlich arbeiten. Die Erfahrung hat bereits gezeigt, daß der Antrieb der Arbeitsmaschinen auf die Wirtschaftlichkeit von wesentlichem Einfluß sein kann, und daß es sich hierbei nicht nur um den Wirkungsgrad der Energieleitung handelt, sondern daß hierbei auch noch andere Faktoren mitsprechen, z. B. die Leistungssteigerung infolge erhöhter Durchzugskraft, verkürzte Griffzeiten und genauere Einstellung der Arbeitsgeschwindigkeit, bessere Übersicht der Werkstätten bei Fortfall von Transmissionen, Vereinfachung des Transportes durch Anpassung in der Aufstellung der Arbeitsmaschinen an den Arbeitsgang usw.

Die Beantwortung der Frage nach dem wirtschaftlichen Antrieb von Arbeitsmaschinen bietet leider manche Schwierigkeiten, da es nicht leicht ist, sich in objektiver Weise Vergleichswerte zu verschaffen. Es dürfte daher von Wert sein, das Ergebnis einiger von den SSW ausgeführten Vergleichsmessungen an zwei Drehbänken kennenzulernen, die vor allem den Einfluß der Antriebsart auf den Wirkungsgrad und die Leistungsfähigkeit einer Drehbank zeigen. Bild 1 veranschaulicht den Getriebeplan der einen Drehbank mit unwirtschaftlichem Einzelantrieb. Es handelt sich hierbei um eine Stufenscheibendrehbank von 250 mm Spitzenhöhe mit einem vierfachen Stufenkonus und einer doppelten Zahnradübersetzung, so daß sich im ganzen zwölf Drehzahlen ergeben. Bei den Messungen war der Riemen für den Rücklauf nicht aufgelegt. Die Abmessungen der Stufenscheiben sowie die Zähnezahl der Räderübersetzungen sind aus Bild 1 ersichtlich. Die einstellbaren Drehzahlen würden, bei den vorhandenen Übersetzungen und unter der Annahme, daß die Drehzahl des Motors bei allen Belastungen gleich bleibt und kein Riemenschlupf erfolgt, betragen:

ohne Vorgelege	460— 325— 237— 168	Umdr/min
mit einfachem Vorgelege	115—81,3—59,3— 42	„
mit doppeltem Vorgelege	30,7—21,6—15,8—11,2	„

Digitized by Google

Zum Antrieb diente ein Gleichstrommotor von 3 kW Dauerleistung bei 1140 Umdrehungen, 110 V Spannung. An dieser Drehbank wurde der Wirkungsgrad der gesamten Übertragung gemessen, also von den Klemmen des Gleichstrommotors bis an die Spitzen der Drehbank, und zwar in der Weise, daß zwischen die Spitzen der Drehbank ein Bremszaum eingespannt wurde. Durch schrittweise Belastung von 0 bis zum Gleiten des Riemens wurde die Wirkungsgradkurve für die einzelnen Drehzahlen ermittelt. Nicht berücksichtigt wurden die beim Drehen unter Umständen auftretenden seitlichen zusätzlichen Schubkräfte sowie der Kraftbedarf für den Vorschub.

Die Energieaufnahme des Motors wurde mit Hilfe eines Strom- und eines Spannungszeigers gemessen. Außerdem wurde die Drehzahl der Spindel bei der einzelnen Belastung ermittelt. Die Tafel I gibt eine solche aufgenommene Brems-

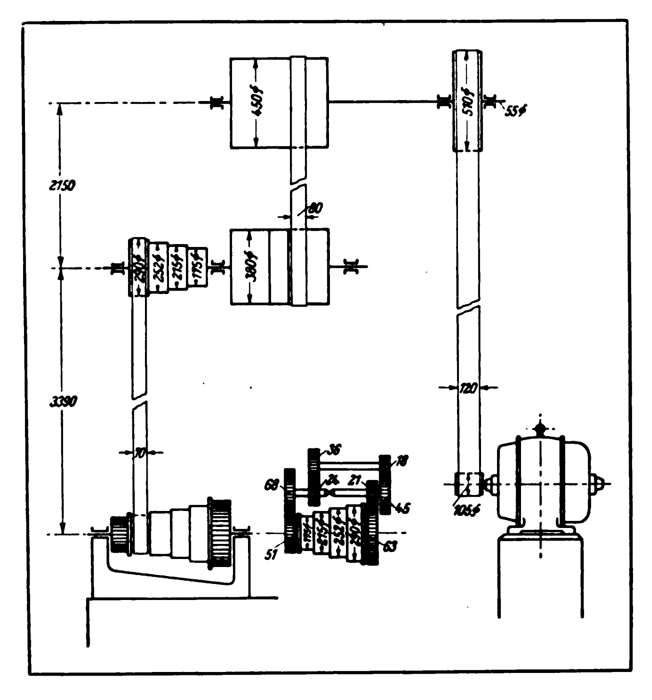


Bild 1. Getriebeplan einer Stufenscheibendrehbank. *TWL*

Tafel I.

Reihe	Energieaufnahme in kW	Spindeldrehzahl i. d. M.	Nutzleistung in kW	Wirkungsgrad v. H.
1	1,1	40,5	0,021	2
2	1,15	40,5	0,062	5,4
3	1,375	40	0,206	15
4	1,650	40	0,410	24,8
5	2,260	40	0,822	36,3
6	2,530	39	1,0	39,5
7	2,750	38,5	1,17	42
8	3,030	37,5	1,325	43,5
9	3,3	36,5	1,495	45,3

reihe bei einfachem Zahnradvorgelege und einer Stufenscheibenübersetzung von 175 auf 290 wieder.

Bei weiterer Belastung trat ein Gleiten des Riemens ein.

Besonders auffallend ist der niedrige Gesamtwirkungsgrad und die geringe Übertragungsleistung des Riemens. Wie aus der Zahlenreihe ersichtlich, trat bei einer Nutzlast von 1,5 kW bereits ein Gleiten des Riemens ein. Bei größeren Riemengeschwindigkeiten, also z. B. beim Arbeiten des Riemens von 290 auf 175 mm Stufenscheibendurchmesser waren die Verhältnisse günstiger und hierbei konnte noch eine Nutzleistung von etwa 2 kW erzielt werden. Die Verhältnisse waren bei doppeltem Vorgelege am ungünstigsten, da sich hier die niedrigsten mechanischen Wirkungsgrade ergaben, so daß auch bei derselben Übertragungsleistung des Riemens nur entsprechend geringere Nutzleistungen erreicht werden konnten. Die Begrenzung der Leistung durch den Riemen bedingt im Vergleich mit einer Drehbank, bei der eine diesbezügliche Einschränkung nicht vorhanden ist, unter Umständen eine ganz erhebliche Leistungsverminderung. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß der Riemen bei der Versuchsbank neu aufgelegt war und daher wohl auch noch günstiger gearbeitet hat, als dies bei den im normalen Betrieb befindlichen Riemen der Fall ist. Tatsächlich ergab die Nachrechnung, daß erst bei einer Beanspruchung von etwa 12 kg je Zentimeter Riemenbreite ein Gleiten eintrat.

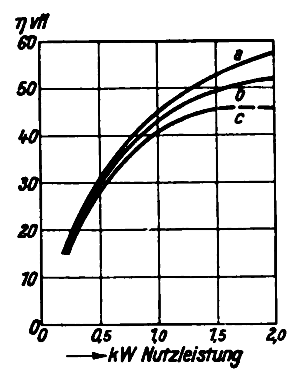


Bild 2. Mittlere Gesamtwirkungsgrade einer Stufenscheibendrehbank.
a = ohne Vorgelege
b = einfaches Vorgelege
c = doppeltes Vorgelege
TWL

In Bild 2 ist das Ergebnis der Wirkungsgrad-Messungen wiedergegeben. Entsprechend den 12 Drehzahlstufen müßten eigentlich auch 12 Wir-

Digitized by Google

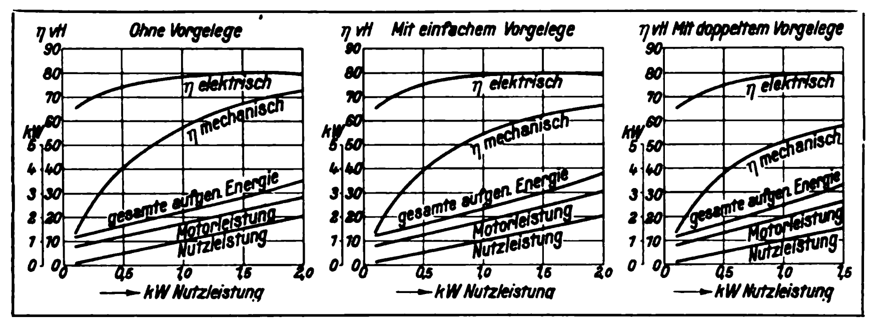


Bild 3. Wirkungsgrade und Kraftverhältnisse einer Stufenscheibendrehbank. *TWL*

kungsgradkurven gezeichnet sein. Zur besseren Übersicht wurden jedoch jeweils statt der vier Kurven für die vier Drehzahlen des Stufenkonus nur eine, und zwar die dem geometrischen Mittelwert entsprechende, gezeichnet, da ja die Drehzahlen geometrisch abgestuft sind. Daher stimmen die Werte der Kurve mit den Wirkungsgraden der Tafel I nicht überein, welche innerhalb der Kurvenschar die niedrigsten Werte darstellen. Die obere Kurve in Bild 2 entspricht der mittleren Wirkungsgradkurve beim Arbeiten ohne Vorgelege, die mittlere mit einfachem Vorgelege und die unterste mit doppeltem Vorgelege. Zwischen 1,5—2 kW Nutzleistung ist die unterste Wirkungsgradkurve nur punktiert gezeichnet, d. h. es ist innerhalb dieses Bereiches nicht möglich gewesen, den Wirkungsgrad eindeutig zu ermitteln.

Um ein besseres Bild über die auftretenden Verluste zu gewinnen, erschien es zweckmäßig, für die einzelnen Belastungen der Drehbank die auf den Motor und auf die mechanische Übertragung entfallenden Wirkungsgrade zu trennen. In Bild 3 sind die anteiligen Wirkungsgrade beim Arbeiten der Drehbank ohne Vorgelege, mit einfachem und mit doppeltem Vorgelege gegenübergestellt. Da, wie bereits erwähnt, beim doppelten Vorgelege eine genaue Ermittlung der Wirkungsgrade über 1,5 kW nicht möglich war, ist diese Kurve nur bis zu dieser Leistung gezeichnet. Die Ergebnisse sind insofern von Wert, als sie bei Teillast eine verhältnismäßig sehr starke Verschlechterung des mechanischen Wirkungsgrades im Gegensatz zu einem fast gleichbleibenden elektrischen Wirkungsgrad zeigen.

Die zweite Drehbank, an der Vergleichsmessungen vorgenommen wurden, hatte Einzelantrieb mit Gleichstrom-Regelmotor. Dieser Motor ist als Spindelstockmotor durchgebildet. Das wesentliche Merkmal dieser Anordnung besteht darin, daß der Motoranker eine hohle Welle hat, in der die Spindel der Drehbank läuft. Die Lager der Ankerwelle sitzen wie gewöhnlich in den Lagerschilden, die besondere Paßflächen zum Zwecke des Zusammenbaues von Motor und Spindelstock haben. Durch Zentrierschrauben wird das Motorgehäuse gegen Drehen geschützt. Auf der einen Seite der Motorwelle sitzt ein Ritzel, das über ein Zahnradgetriebe mit drei mechanischen Geschwindigkeitsstufen auf die Hauptspindel treibt. Die Drehbank ist von der Firma Gebr. Böhringer, G.m.b.H., in Göppingen gebaut. Der Getriebeplan ist aus Bild 4 ersichtlich. Es sind drei mechanische Übersetzungen im Verhältnis von 1 : 7,8, 1 : 24 und 1 : 65 einstellbar. Der Regelbereich innerhalb der mechanisch einstellbaren Geschwindigkeiten wird durch den Regelbereich des Gleichstrommotors überbrückt. Der Gleichstrommotor ist praktisch verlustlos im Nebenschluß regelbar. Die einstellbaren Drehzahlen betragen bei Vollast:

	Umdr/min							
Schnellgang	102,5	117	133	152	173	197	225	256
Mittelgang	33,3	38	43	49	56	64	73	83,4
Langsamgang	12,3	14	16	18	21	24	27	30,8

Der gesamte Regelbereich ist demnach geringer als bei der Stufenscheiben-Drehbank.

Der vereinigte Anlasser und Nebenschlußregler hat eine elektrische Bremsung in der Nullstellung und ist für schnellen Drehrichtungswechsel eingerichtet, so daß ein mechanisches Umkehr-

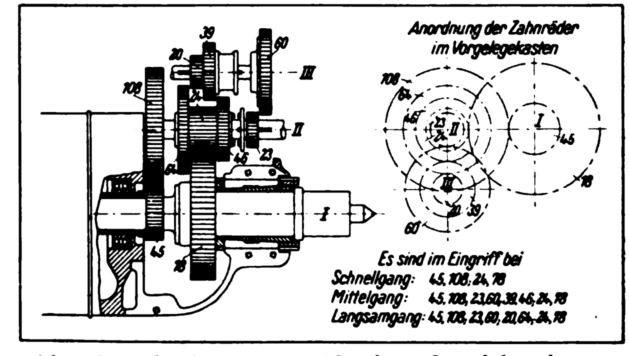


Bild 4. Getriebeplan einer Drehbank mit Spindelstockmotor. *TWL*

getriebe überflüssig wird. Er ist im Fuß des Drehbankbettes untergebracht und wird durch ein am Support angebrachtes Handrad betätigt.

Digitized by Google

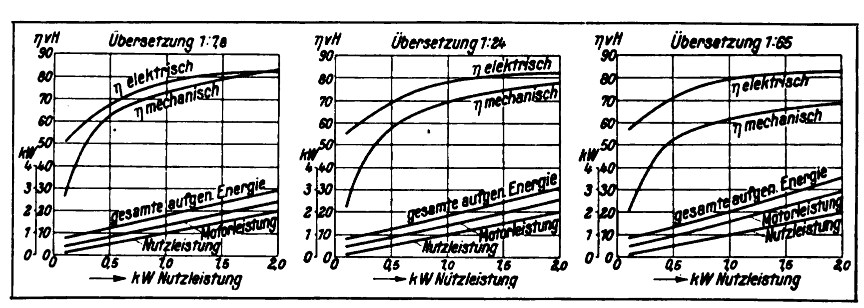


Bild 6. Wirkungsgrade und Kraftverhältnisse einer Drehbank mit Spindelstockmotor. *TWL*

Die Dauerleistung des Antriebsmotors beträgt 2,6 kW bei einem Drehzahlbereich von 800 bis 2000 Umdrehungen in der Minute, die Spannung 220 V. Während der vorgenommenen Vergleichsmessungen wurde der Motor zeitweise um mehr als 50 v. H. überlastet, ohne unzulässige Erwärmung zu zeigen.

Die Wirkungsgradkurven wurden in gleicher Weise wie bei der Stufenscheiben-Drehbank aufgenommen. Um die Übersicht zu erleichtern, ist auch hierbei jeweils für die Wirkungsgradkurven einer mechanischen Stufe nur der geometrische Mittelwert in Bild 5 wiedergegeben. Der Vergleich mit den Wirkungsgradkurven der Stufenscheiben-Drehbank ergibt durchweg wesentlich günstigere Werte. Vor allem ist es infolge der Zahnrad-Übertragung ohne weiteres möglich gewesen, nicht nur bis 2 kW Nutzlast, sondern auch darüber eine einwandfreie Übertragung zu erreichen, da die Überlastbarkeit der Drehbank nur von der des Motors abhängig ist. Laut den Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker muß ein Motor zwei Minuten lang etwa die 1,5fache Dauerbelastung hergeben. Da im vorliegenden Falle der Motor 2,6 kW dauernd leistet, so muß er mindestens $2{,}6 \times 1{,}5 = 3{,}9$ kW zwei Minuten lang abgeben.

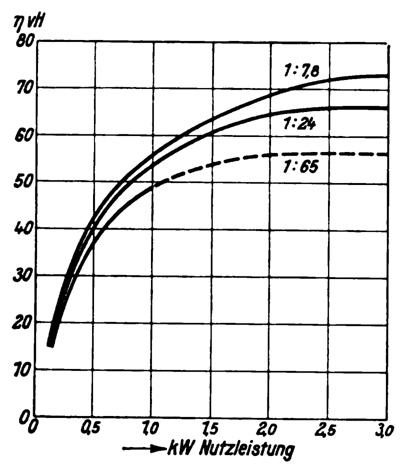


Bild 5. Mittlere Gesamtwirkungsgrade einer Drehbank mit Spindelstockmotor. *TWL*

Da der mittlere mechanische Wirkungsgrad bei Vollast etwa 75 v. H. beträgt (Bild 6), so kann die Drehbank $3{,}9 \cdot 0{,}75 =$ 2,92 kW nutzbar abgeben, was im Vergleich zur Stufenscheibenbank einer Mehrleistung von etwa 46 bis 90 v. H. entspricht, da die Nutzleistung der Stufenscheibenbank nur 1,5 bis 2 kW betrug. Tatsächlich konnte der Motor noch höher überlastet werden, so daß sich die Verhältnisse für den technisch richtigen Einzelantrieb noch günstiger stellen.

Auch für diese Messungen ist eine Unterteilung der mechanischen und elektrischen Wirkungsgrade erfolgt (Bild 6). Da sich für den Motor innerhalb seines Regelbereichs bei den einzelnen Geschwindigkeitsstufen verschiedene Wirkungsgradwerte ergeben und die Drehzahlen geometrisch abgestuft sind, so wurde der Berechnung der geometrische Mittelwert des Motorwirkungsgrades zugrunde gelegt. Im Vergleich zu den Kurven der Drehbank mit Stufenscheibenantrieb zeigt es sich, daß der mechanische Wirkungsgrad höher ist, besonders bei Teillast. Infolgedessen verschlechtert sich der elektrische Wirkungsgrad bei Teillast etwas mehr als bei der Stufenscheiben-Drehbank, besonders bei der Übersetzung von 1 : 7,8, bei der die Motorbelastung bei Teillast wegen des guten mechanischen Wirkungsgrades verhältnismäßig gering ist. Immerhin beträgt der elektrische Wirkungsgrad selbst bei Viertelbelastung der Drehbank noch 68 v. H. Die ermittelten Werte sind besonders wichtig, namentlich da gegenüber dem Einzelantrieb oft der Vorwurf erhoben wird, daß sich bei Teilbelastung ein wesentlich schlechterer Wirkungsgrad des Antriebsmotors ergibt als beim Gruppenantrieb. Die Messungen zeigen jedoch, daß selbst bei der geringen Motorgröße (2,6 kW) und Teillast auch beim Einzelantrieb mit verhältnismäßig günstigen Wirkungsgraden gerechnet werden kann.

Ein Vergleich der an den beiden Versuchsbänken ermittelten Wirkungsgrade zeigt ferner, daß die Wirkungsgrade der Drehbank mit Spindelstockmotor höher liegen. Tatsächlich verschiebt sich aber das Bild noch mehr zugunsten des technisch richtigen Einzelantriebes, wenn die im praktischen Betrieb auftretenden Arbeits-

Digitized by Google

pausen und die dadurch bedingten Leerlaufverluste berücksichtigt werden. Bei dem Einzelantrieb der Stufenscheiben-Drehbank wird der Motor und das Riemenvorgelege in den Arbeitspausen, die durch das Einrichten des Werkstückes, das Auswechseln des Stahles usw. entstehen, nicht abgeschaltet, sondern die Drehbank nur mit Hilfe des Deckenvorgeleges ausgerückt.

Infolge dieser Verhältnisse wird sich der tatsächliche Wirkungsgrad, bezogen auf die reine Arbeitszeit, um so mehr verschlechtern, je kürzer die Werkzeugmaschine während der gesamten Schichtzeit arbeitet, je kleiner also der Ausnutzungsfaktor der Maschine in bezug auf die Zeit sein wird.

Um sich ein Bild über die zeitliche Ausnutzung von Drehbänken zu machen, sind im Dynamowerk der SSW an sechs Drehbänken Messungen gemacht worden. Durch Einbau eines Zählwerkes wurde die Zeit gemessen, während welcher die einzelnen Drehbänke tatsächlich arbeiteten und diese Zeit mit der gesamten Arbeitszeit verglichen. In Tafel II ist das Ergebnis der Messungen zusammengestellt. Im Mittel ergab sich ein Ausnutzungsfaktor von nur 0,56.

Um einen den tatsächlichen Verhältnissen entsprechenden Vergleich der Wirkungsgrade zu erhalten, müssen daher die in Bild 3 wiedergegebenen Wirkungsgrade unter Berücksichtigung des jeweiligen Ausnutzungsfaktors umgerechnet werden. Das Ergebnis der Berechnung für einen

Tafel II.

Maschinen-Nr.	Auszuführende Arbeiten	Gesamte Arbeitszeit Min.	Reine Arbeitszeit Min.	Ausnutzungsfaktor
1485	Drehen von Vorgelegerädern und Buchsen	1085	724	0,66
470	Achslagerbuchsen	1327	928	0,62
471	Kommutatorbuchsen	1431	650	0,45
465	Kommutatorspannbolzen	1485	807	0,54
1015	Lagerbuchsen	1480	824	0,55
248	„	1730	916	0,53
		im Mittel:		0,56

Ausnutzungsfaktor von 1, 0,5 und 0,25 ist in den Kurven Bild 7 wiedergegeben. Die Berechnung wurde in folgender Weise durchgeführt:

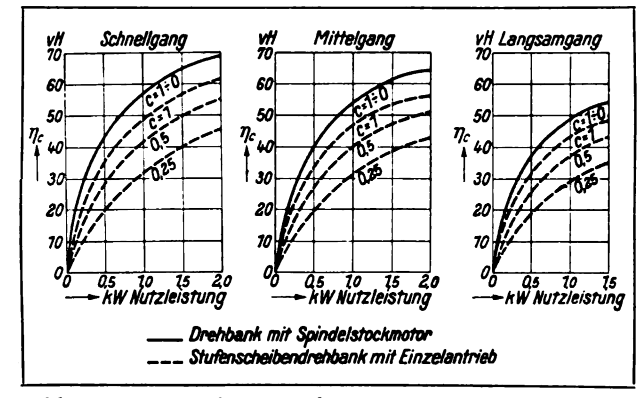


Bild 7. Gesamtwirkungsgrade unter Berücksichtigung des Ausnutzungsfaktors zweier verschiedener Einzelantriebe.

TWL

Bedeutet:

N = Nutzleistung in kW,

N_1 = Zugeführte Leistung in kW $= \frac{N}{\eta}$,

N_2 = Leerlaufsverluste von Motor und Riemenvorgelege in kW,

c = Ausnutzungsfaktor $= \frac{\text{reine Arbeitszeit}}{\text{gesamte Schichtzeit}}$,

so ergibt sich der unter Berücksichtigung der zeitlichen Ausnutzung berechnete Wirkungsgrad

$$\eta_c = \frac{c\,N}{c\,N_1 + (1-c)\,N_2}.$$

Beträgt z. B. $N = 1$ kW, $\eta = 0{,}44$, $c = 0{,}25$ und $N_2 = 0{,}765$ kW (gemessener Wert), dann ist

$$N_1 = \frac{1}{0{,}44} = 2{,}27 \text{ kW} \quad \text{und}$$

$$\eta_c = \frac{0{,}25 \cdot 1}{0{,}25 \cdot 2{,}27 + 0{,}75 \cdot 0{,}765} = 0{,}22.$$

Aus den Wirkungsgradkurven ist deutlich zu ersehen, daß bei Abnahme der Ausnutzung der Drehbank auch mit einer wesentlichen Verschlechterung des Wirkungsgrades zu rechnen ist. Im Gegensatz hierzu wird sich der Wirkungsgrad einer Drehbank mit wirtschaftlichem Einzelantrieb, also z. B. der Versuchs-Drehbank mit Spindelstockmotor, nicht ändern, auch wenn die Arbeitsmaschine nur wenig ausgenutzt wird, da infolge Fehlens von mechanischem Ausrückgestänge der Arbeiter in den Arbeitspausen die Maschine nur durch Abschalten des Motors stillsetzen kann. Vergleicht man die Wirkungsgrade unter Berücksichtigung des Ausnutzungsfaktors der Drehbank mit Spindelstockmotor und der Stufenscheibendrehbank mit Einzelantrieb, so ergibt sich z. B. bei Halbbelastung und einem Ausnutzungs-

Digitized by Google

Tafel III.

	Langsamgang	Mittelgang	Schnellgang	Nutzleistung
Wirtschaftl. Antrieb c = 1 bis 0	54	60	63	1,5 kW
Unwirtschaftl. Antrieb c = 1	45	50	53	
c = 0,5	38	40	42	1,5 kW
c = 0,25	27	28	30	
Wirtschaftl. Antrieb c = 1 bis 0	38	40	42	0,5 kW
Unwirtschaftl. Antrieb c = 1	28	30	30	
c = 0,5	20	20	20	0,5 kW
c = 0,25	12	12	12	

faktor von 0,5 ein Wirkungsgrad über den gesamten Regelbereich von etwa 48—55 v. H. gegenüber 30—34 v. H., im Mittel also im ersteren Falle 51,5 v. H., im letzteren Falle 32 v. H. Die Drehbank mit Spindelstockmotor hat demnach einen um etwa 60 v. H. besseren Wirkungsgrad als die Stufenscheiben-Drehbank. Bei noch geringerer Ausnutzung, z. B. c = 0,25, würde der mittlere Wirkungsgrad der Stufenscheiben-Drehbank nur etwa 22 v. H. betragen, der Wirkungsgrad der Drehbank mit Spindelstockmotor also 134 v. H. höher liegen.

In Tafel III sollen noch einige Wirkungsgrade gegenübergestellt werden.

Bei dem Vergleich muß allerdings berücksichtigt werden, daß die Drehzahlbereiche besonders innerhalb des Schnellganges nicht genau übereinstimmen. Da bei der Stufenscheibendrehbank die Drehzahlen höher liegen, so würden sich voraussichtlich die Werte bei geringeren Drehzahlen etwas verbessern. Diese Verbesserung dürfte aber kaum die Größenordnung von 10 v. H. ausmachen, beträgt doch z. B. der Unterschied des mechanischen Wirkungsgrades zwischen Schnellgang und Mittelgang (Bild 3) bei Vollast 9 v. H. (67 zu 72 v. H.) und bei $\frac{1}{4}$ Last praktisch Null.

(Schluß folgt.)

Die Leonard-Fördermaschine der Siemens-Schuckertwerke mit raschlaufendem Antriebsmotor und vom Führerstand aus ein- und abschaltbarem Umformer

Von Dipl.-Ing. Karl Schade, Oberingenieur in der Abteilung Industrie der SSW.

Bis vor wenigen Jahren hielt man allgemein den Betrieb elektrischer Fördermaschinen nur mit Belastungsausgleich für möglich, da man bei Betrieb ohne Belastungsausgleich störende Einwirkungen auf die Kraftwerke bzw. die sonstigen an diese angeschlossenen Verbraucher befürchtete. Diese Befürchtungen haben sich jedoch als übertrieben herausgestellt. Selbst Kraftwerke von nur mittlerer Größe können bei genügender Grundbelastung ohne Störungen die durch Anschluß einer elektrisch betriebenen Fördermaschine bedingten Energieschwankungen aufnehmen, wobei natürlich vorausgesetzt ist, daß die Regler der Kraftmaschinen einwandfrei arbeiten und die Generatoren Schnellregelung haben.

Nachdem nun in der letzten Zeit auch die Zechen-Kraftwerke und Überlandwerke immer größer geworden sind, geht man mehr und mehr dazu über, Fördermaschinen ohne Belastungsausgleich aufzustellen, zumal auch die Mehrkosten, die die Einrichtungen eines Belastungsausgleiches bedingen, recht erheblich sind. Während also früher mittlere und größere Fördermaschinen fast allgemein als Leonard-Maschinen mit Ilgnerausgleich oder mit Ausgleich durch eine Pufferbatterie gebaut wurden, kommen heute für mittlere Fördermaschinen mit Leistungen bis zu ungefähr 500 kW wohl nur solche ohne Belastungsausgleich, sei es als Leonard-Fördermaschinen, sei es als Drehstromfördermaschinen, in Frage.

Während bei Drehstromfördermaschinen raschlaufende Motoren unter Zwischenschaltung eines Vorgeleges verwendet werden, da sich Drehstrommotoren für die bei direktem Antrieb der Fördermaschinen notwendigen geringen Drehzahlen nur unwirtschaftlich oder überhaupt nicht bauen lassen, erfolgte bisher bei Fördermaschinen mit Antrieb durch Gleichstrommotoren in Leonard-Schaltung

Digitized by Google

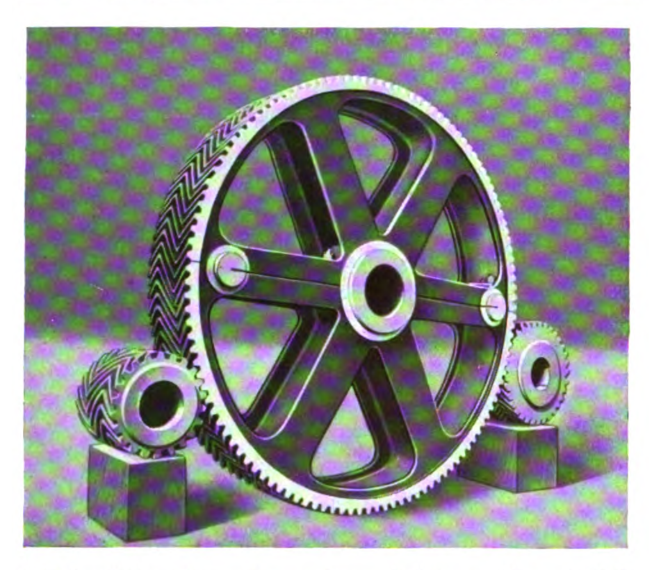


Bild 1. Zahnradvorgelege mit geschnittenen Doppelpfeilzähnen für eine Fördermaschine mit 3000 PS Spitzenleistung. *TWL*

beinahe ausnahmslos der Antrieb durch langsam laufende Motoren in direkter Kupplung mit der Fördermaschinenwelle. Die Verwendung langsamlaufender Gleichstrommotoren bedingt natürlich einen im Gegensatz zu dem raschlaufenden Drehstrommotor teureren Antriebsmotor, weshalb der Preis der Leonard-Fördermaschine nicht unwesentlich höher ist als der einer Drehstromfördermaschine. Sieht man aber bei Drehstromfördermaschinen die Verbindung des Motors mit der Fördermaschinenwelle durch ein Vorgelege als betriebssicher an, so ist kein Grund vorhanden, nicht auch bei Leonard-Fördermaschinen Vorgelege zu verwenden. Bei einem Vergleich zwischen den Kosten einer Drehstromfördermaschine und einer Leonard-Fördermaschine mit Antrieb durch einen raschlaufenden Gleichstrommotor nähern sich die Preise beider Fördermaschinenarten. Der Preis einer Fördermaschine mit Antrieb durch Drehstrom-Asynchronmotor wird ungefähr 60 v. H. des Preises einer Leonard-Fördermaschine betragen. Der Preis einer Drehstromfördermaschine mit Antrieb durch Drehstromkollektormotor ist dagegen etwas höher als der einer gleich großen Leonard-Fördermaschine.

Die Abneigung gegen den Antrieb der Fördermaschinen durch Vorgelege dürfte ihren Grund darin haben, daß man früher für den Fördermaschinenbetrieb ungeeignete Zahnradvorgelege verwandt hat, die den großen Beanspruchungen des Förderbetriebes nicht gewachsen waren; dazu kam in den meisten Fällen noch eine ungenaue Montage der Vorgelege, so daß diese bei dem ständigen Drehmomenten- und Kraftrichtungswechsel schlecht und geräuschvoll arbeiteten.

Nachdem aber in den letzten Jahren die Herstellung hochwertiger Zahnradvorgelege ganz wesentliche Fortschritte gemacht hat, bietet die Beschaffung eines einwandfrei arbeitenden Vorgeleges keine Schwierigkeiten mehr. Man kann heute mit einfachem Vorgelege Übersetzungen bis 1:20 erzielen, wird jedoch für Fördermaschinen in der Regel über 1:10 bei einfachem Vorgelege nicht hinausgehen. Der Wirkungsgrad dieser Zahnräder ist sehr günstig. Die Zahnradfabriken gewährleisten einen Wirkungsgrad je Zahnradpaar bis etwa 97 v. H. Bild 1 zeigt ein derartiges Vorgelege.

Für ein gutes und geräuschloses Arbeiten ist außerdem saubere Montage der Räder und gute Verlagerung unbedingtes Erfordernis. Zweckmäßig erhalten die Räder zur Dämpfung der Geräuschbildung eine gußeiserne Kapselung. Diese gußeiserne Kapselung kann gleichzeitig zur gegenseitigen Versteifung der Lager dienen, wenn der untere Teil der Gußkapselung in entsprechender Weise mit dem schmiedeeisernen Rahmen, der die Lager des Vorgeleges aufnimmt, bzw. mit den Lagern selbst verflanscht wird. Eine selbsttätige Schmierung der Zahnräder muß ebenfalls vorgesehen sein. Entweder ordnet man in dem unteren Teil der gußeisernen Einkapselung ein Ölbad an, oder man läßt gleichzeitig durch eine

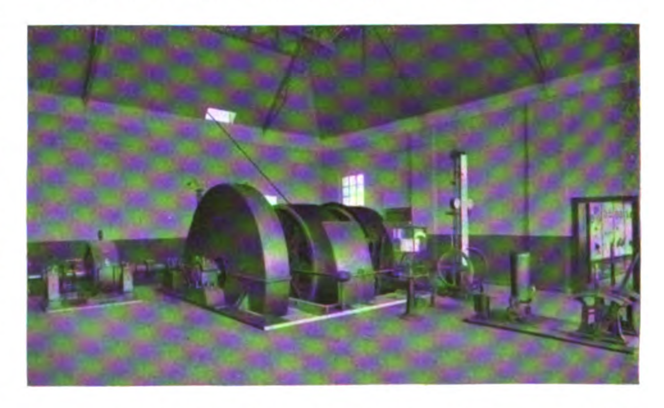


Bild 2. Fördermaschine mit Zahnradvorgelege. *TWL*

von der Fördermaschinenwelle angetriebene kleine Ölpumpe während des Laufes Öl in die Zahneingriffstelle spritzen. Das ablaufende Öl sam-

Digitized by Google

melt sich in einem unterhalb des Vorgeleges angeordneten Behälter und wird von da aus durch die Pumpe wieder angesaugt.

Man kann also heute mit gutem Gewissen auch bei Hauptschacht-Fördermaschinen Vorgelege verwenden. Jedenfalls macht es keine Schwierigkeiten, Fördermaschinen mit Leistungen von 500 bis 600 kW durch raschlaufende Motoren unter Zwischenschaltung eines Vorgeleges anzutreiben. Die SSW haben in der letzten Zeit verschiedene derartige Maschinen geliefert, die zur vollsten Zufriedenheit der Abnehmer arbeiteten. Bild 2 zeigt die Anordnung einer Fördermaschine mit Zahnradvorgelege.

Die Vorteile der Leonard-Fördermaschine gegenüber den Fördermaschinen mit Antrieb durch Drehstrommotoren dürften allgemein bekannt sein.

Aber trotz ihrer günstigen Eigenschaften ist die Überlegenheit der Leonard-Fördermaschine in Frage gestellt, sobald die Leerlaufsverluste des Umformers bei unregelmäßiger Förderung den Betrieb unwirtschaftlicher machen als bei Verwendung einer Fördermaschine mit Antrieb durch Drehstrommotor. Liegen zwischen den einzelnen Förderzügen längere Pausen, oder werden stündlich überhaupt nur einige Züge gefahren, dann können sich die Leerlaufsverluste des Umformers recht unangenehm bemerkbar machen. Noch ungünstiger treten diese Verluste in Erscheinung, wenn die Leonard-Fördermaschine nur zur Seilfahrt dient, dabei aber während der ganzen Schicht betriebsbereit sein muß. In einem solchen Falle muß der Umformer ständig durchlaufen und wenn auch bei kleineren Fördermaschinen die Leerlaufsverluste des Umformers nur gering sind, etwa 15 bis 20 kW dauernd, so wird dadurch die Wirtschaftlichkeit der Anlage doch stark beeinträchtigt.

In Erkenntnis dieses Nachteiles der Leonard-Fördermaschine haben die SSW eine Schaltung durchgebildet, durch die es dem Fördermaschinisten möglich ist, von seinem Platze aus lediglich durch eine zusätzliche Bewegung des Betriebsbremshebels den Umformer abzuschalten und bei Beginn eines neuen Zuges wieder einzuschalten und anzulassen. Die Leerlaufsverluste des Umformers werden dadurch während größerer Förder- oder längerer Betriebspausen vermieden, so daß bei Anwendung dieser Schaltung auch die Leonard-Fördermaschine bei unregelmäßiger Förderung, ebenso wie die Fördermaschinen mit Antrieb durch Drehstrommotoren, keinerlei Stillstandsverluste hat.

Diese Einrichtung zum Ein- und Ausschalten des Umformers vom Führerstand aus bedingt keinerlei grundsätzliche Änderungen an der normalen Schaltung der Leonard-Fördermaschine, auch wird dadurch die Betriebssicherheit und Betriebsbereitschaft der Fördermaschine in keiner Weise berührt, da der Umformer auch jederzeit von Hand eingeschaltet und angelassen und die Fördermaschine ohne Benutzung der Abschaltung vom Führerstand aus betrieben werden kann. Die Anordnung besteht in der Hauptsache darin, daß der Steuermotor des Leonard-Umformers mit einem vom Führerstand aus fern gesteuerten Schalter an das Netz angeschlossen und der im Läuferstromkreis des Steuermotors liegende Anlasser als Selbstanlasser ausgebildet ist. Schalter und Selbstanlasser werden durch einen vom Betriebsbremshebel des Steuerbockes betätigten Walzenschalter gesteuert, derart, daß der Steuermotor bei Auslage des Bremshebels über die Stellung „Bremse fest“ auf Stellung „Umformer aus“ abgeschaltet und bei Zurückführen des Bremshebels auf Stellung „Bremse fest“ wieder eingeschaltet und angelassen wird.

Außerdem ist vorgesehen:

1. Eine Verriegelung des Sicherheitsbremsmagneten, die verhindert, daß beim Ausschalten des Umformers und damit bedingtem Verschwinden der Erregerspannung der mit dem Umformer gekuppelten Erregermaschine die Sicherheitsbremse einfällt. Die Verriegelung erfolgt durch das Betätigungsgestänge der Betriebsbremse, sobald der Betriebsbremshebel in Stellung „Umformer aus“ geführt und der Umformer abgeschaltet ist.
2. Eine Verriegelung des Betriebsbremshebels am Steuerbock, die verhindert, daß die Betriebsbremse gelüftet werden kann, bevor der Umformer wieder volle Drehzahl und die Erregermaschine volle Spannung hat, bevor also die Fördermaschine vollkommen betriebsbereit ist. Dieses wird erreicht durch die eben erwähnte Verriegelung des Bremsmagneten, die gleichzeitig die Betriebsbremse verriegelt, solange der Bremsmagnet keine Spannung erhält und seinen Kern nicht hochgezogen hat.

Digitized by Google

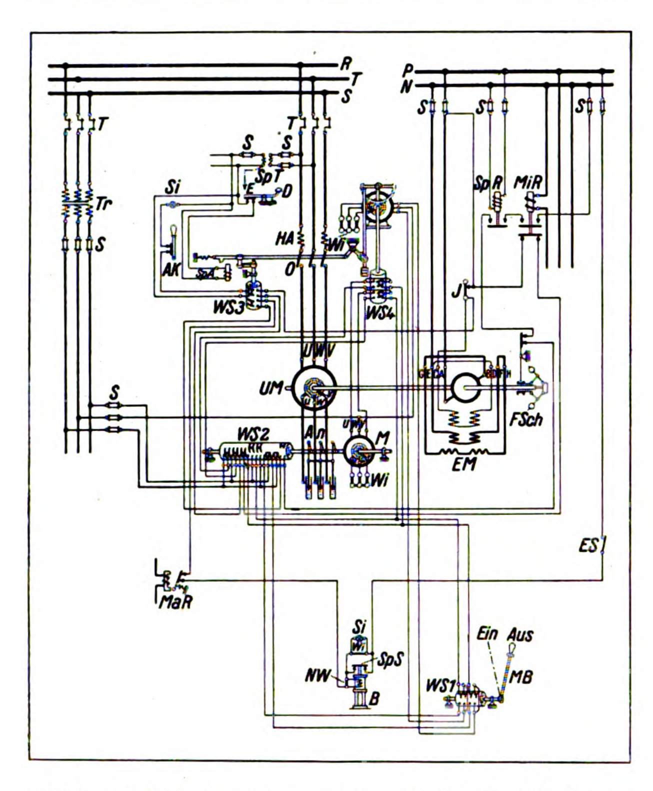


Bild 3. Elektrisches Ein- und Ausschalten des Umformermotors von dem Führerstand der Fördermaschine aus.

AK	= Abstellkontakt an dem Schalterantrieb	Mi R	= Minimalstromrelais
AN	= Anlasser	NW	= Nebenschlußwiderstand
B	= Bremsmagnet	O	= Ölschalter
D	= Druckknopfschalter	S	= Sicherung
E	= Erde	Si	= Signallampe
EM	= Erregermaschine	Sp A	= Spannungsrückgangs-Auslöser
ES	= Endausschalter in dem Schacht	Sp R	= Spannungsrückgangs-Relais
F Sch	= Fliehkraftschalter	Sp S	= Sparschalter
HA	= Höchststromauslöser	Sp T	= Spannungstransformator
J	= Justierwiderstand	T	= Trennschalter
M	= Motor	Tr	= Transformator
MB	= Manövrierbremshebel	UM	= Umformermotor
Ma R	= Maximalstromrelais	Wi	= Widerstand
		WS	= Walzenschalter

TWL

3. Eine Einrichtung, die ein Ausschalten des Umformers nur möglich macht, wenn die Maschine stillgesetzt und die Betriebsbremse aufgelegt ist. Dieses wird dadurch erreicht, daß der Betriebsbremshebel infolge der in dem Steuerbock der SSW normal vorhandenen Verriegelung zwischen Betriebsbremshebel und Steuerhebel erst in Stellung „Bremse fest“ bzw. „Umformer aus“ gebracht werden kann, nachdem durch den Steuerhebel die Maschine stillgesetzt ist und dieser in der Nullage steht.
4. Eine Einrichtung, die verhindert, daß der Umformer selbsttätig stillgesetzt wird, wenn der Ölschalter aus irgendeinem Grunde selbsttätig ausschaltet. Der Selbstanlasser führt also nur Bewegungen aus, die vom Führerstand aus eingeleitet werden.
5. Eine Schnellerregung der Erregermaschine und des Fördermotors, damit beim Wiedereinschalten und Anlassen des Umformers die Maschine in kürzester Zeit betriebsbereit ist (etwa 8 s).
6. Der Anschluß des Kompressormotors für die Erzeugung der für die Bremsen erforderlichen Druckluft an Drehstrom.

Im folgenden sei die Einrichtung kurz beschrieben:

Wie bereits erwähnt, ist die Schaltung grundsätzlich die einer normalen Leonard-Fördermaschine, die als bekannt vorausgesetzt werden darf[1]).

Der Schalter HA (Bild 3) im Ständerstromkreis des Steuermotors UM ist ein normaler selbsttätiger Ölschalter mit Freiauslösung, wie bei allen normalen Leonard-Förderanlagen (bei Spannung von 3000 V an wird man einen Ölschutzschalter verwenden). Der Schalter hat elektrischen Fernantrieb und ist zu diesem Zweck mit einem Drehstrommotor ausgerüstet, der an der Schalterwelle angreift. Bild 4 gibt diesen Ölschalter mit Motorantrieb wieder. Die Anordnung ist dabei so getroffen, daß der Schaltmotor nur während des Schaltens Energie verbraucht. Um den Ölschalter auch von Hand aus schalten zu können, ist er mit einem Handrad versehen.

Der im Läuferstromkreis befindliche Selbstanlasser AN ist in Bild 5 dargestellt. Er ist ein normaler Flüssigkeitsanlasser, wie ihn die SSW

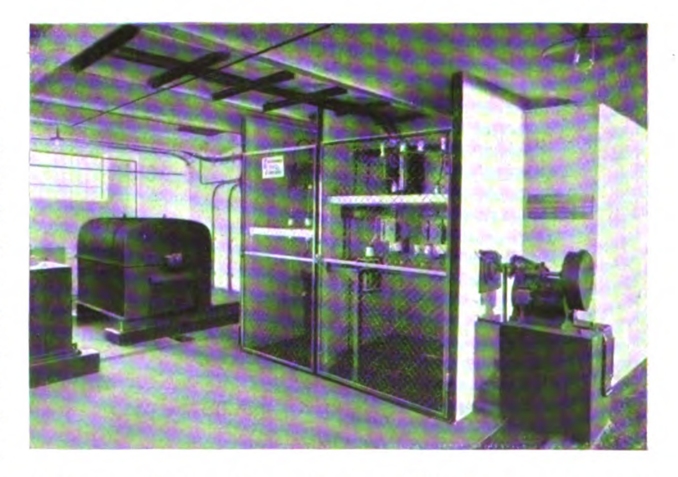


Bild 4. Förderanlage mit vom Führerstand ein- und ausschaltbarem Umformer. Ansicht der Schaltanlage und des Selbstanlassers (Grube-Vereinigung in Wissen der Ver. Stahlwerke van der Zypen und Wissener Eisenhütten A.-G.).

TWL

[1]) Vgl. Druckschrift 860 der SSW „Die Leonard-Fördermaschine der SSW“.

Digitized by Google

zum Anlassen größerer Drehstrommotoren ständig verwenden.

Auf der Anlasserwelle ist ein Kettenrad angeordnet, auf das ein kleiner Drehstromhilfsmotor mittels Kette arbeitet. Die Übersetzung zwischen Hilfsmotor und Anlasserwelle wird so gewählt, daß die Zeit zum vollen Einschalten des Anlassers etwa 8—10 s beträgt. Die endgültige Anlaßzeit muß jedoch von Fall zu Fall bei der Inbetriebsetzung gegebenenfalls durch Wahl anderer Kettenräder festgelegt werden. Außerdem ist für das Anlassen von Hand eine Handkurbel vorgesehen. Um die infolge des häufigen Anlassens verdampfende Flüssigkeit selbsttätig dauernd zu ersetzen, um also eine besondere Wartung des Selbstanlassers zu vermeiden, ist der Anlasser mit einer selbsttätig wirkenden Wassernachfüllvorrichtung ausgerüstet, die an die Wasserleitung angeschlossen, durch ein Schwimmerventil betätigt, dafür sorgt, daß das verdampfende Wasser ständig nachströmt. Mit dem Schwimmer ist eine Kontakteinrichtung verbunden, durch die bei Versagen der Wasserleitung, sobald die Anlasserflüssigkeit eine bestimmte niedrigste Höhe erreicht hat, durch den Spannungsauslöser des Ölschalters der Steuermotor vom Netz abgeschaltet wird. Dadurch wird erreicht, daß ein Schalten des Steuermotors bei offenem Läuferstromkreis, was unter Umständen zu Durchschlägen der Ständerwicklung führen könnte, sicher vermieden wird.

Für die Betätigung des ferngesteuerten Schalters und des Selbstanlassers des Steuermotors ist ein im Führerstand angebrachter und vom Betriebsbremshebel MB aus gesteuerter Walzenschalter WS I vorgesehen. Der Walzenschalter

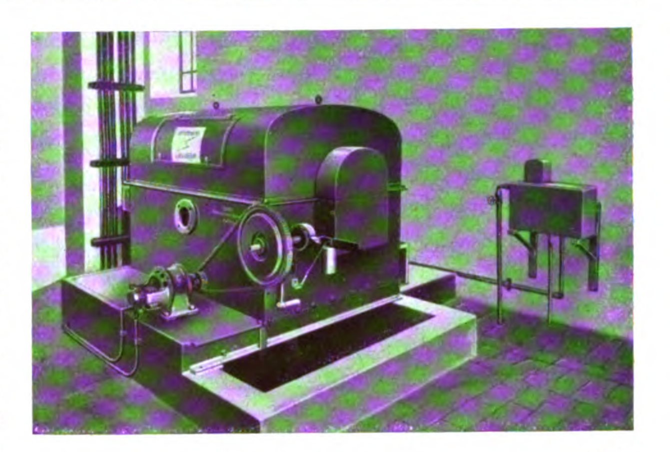


Bild 5. Selbstanlasser. *TWL*

hat zwei Stellungen: „ein" und „aus", von denen die „ein"-Stellung der Stellung „Bremse fest" und die „aus"-Stellung der Stellung „Umformer aus" des Betriebsbremshebels entspricht. Außerdem ist auf der Elektrodenwelle des Selbstanlassers ein Walzenschalter WS2 vorgesehen, und ebenso ist der Schaltmotor und der Hauptölschalter selbst mit je einem Walzenschalter WS3 und WS4 ausgerüstet. Über diese Walzenschalter, abgesehen von dem Walzenschalter WS3, führen die für die Steuerung des Schaltmotors und des Hilfsmotors des Flüssigkeitsanlassers erforderlichen Stromkreise. Die Kontakte auf diesen Walzenschaltern sind so angeordnet, daß der Flüssigkeitsanlasser in seinen Endstellungen rechtzeitig stillgesetzt wird und daß Bewegungen, die mit der Auslage des Betriebsbremshebels nicht übereinstimmen, ausgeschlossen sind. Außerdem ist über den Walzenschalter WS2 am Flüssigkeitsanlasser und den Walzenschalter WS3 am Ölschalter noch der Stromkreis der Schnellerregung und des Sicherheitsbremsmagneten der Fördermaschine geführt. (Schluß folgt.)

Über einige wichtige Störungserscheinungen im Fernsprechverkehr über lange Pupinkabel

Mitgeteilt von der Lit. Abt. der Siemens & Halske A.-G.

Als um die Mitte des vorigen Jahrhunderts für den Betrieb der Telegraphen die ersten Kabel verlegt wurden, zeigten sich auf den längeren Linien ganz unerwartete Erscheinungen, die man an anderen Leitungen bisher nicht beobachtet hatte. Mit großem Scharfsinn erkannte schon damals Werner Siemens den Grund in Ladungsvorgängen und gab auch schon Mittel an, wie man für den Telegraphenbetrieb bei der damals möglichen Sprechgeschwindigkeit das Störende dieser Erscheinungen beseitigen konnte. In der Folgezeit verwendete man für die Telegraphie über Land wieder die billigeren Freileitungen und nur für die Überseetelegraphie das


Digitized by Google

Kabel. Heute hat das Kabel auch für den Überlandverkehr wieder Bedeutung gewonnen. Das Netz der Telegraphenleitungen wurde immer dichter, ebenso das der Fernsprechanlagen; hierzu kam noch das der Kraftwerke. Die Freileitungen für Schwachstrom waren immer mehr Störungen durch den Starkstrom ausgesetzt, und auch andere von außen kommende Störungen wurden bei der zunehmenden Bedeutung des Fernsprechers und des Telegraphen für das ganze wirtschaftliche Leben immer stärker empfunden, so daß es wieder notwendig und wirtschaftlich gerechtfertigt war, diese Leitungen, zum Kabel zusammengefaßt, dem Schutze der Erde anzuvertrauen. Zuerst verschwanden in den großen Städten die über die Dächer gezogenen Telephonleitungen; sie wurden durch Erdkabel ersetzt. Dann wurde es auch notwendig, den Sprechverkehr von Stadt zu Stadt störungsfrei zu gestalten und Kabel zu verlegen. Untersuchungen über die Fortpflanzung der Wechselströme in solchen Kabeln führten dann zur Einschaltung von Selbstinduktionsspulen in die Leitungen des Kabels als Mittel, eine gute Sprachübertragung über Kabel auch auf größere Entfernung zu erreichen. Ein weiteres Mittel, die Sprachübertragung zu verbessern, fand man in der Glühkathoden-Verstärkerröhre. Durch die Verwendung von Glühkathodenröhren als Verstärker konnte man den Leitungsadern des Kabels geringeren Querschnitt geben, so daß die Kabel — bei gleicher Leistungsfähigkeit — billiger wurden. Mit Hilfe von Glühkathodenröhren kann man heute auch Telegramme über ein Fernsprechkabel — und zwar gleichzeitig mehrere durch dieselbe Ader — senden.

Die Siemens & Halske A.-G. benutzt hierbei als Träger der Zeichen Wechselströme mit Tonfrequenzen; diese Wechselströme werden mit Hilfe der Röhren erzeugt, verstärkt und gleichgerichtet. Es kommen also auch heute der Telegraphie die technischen und wirtschaftlichen Vorteile des Kabelbetriebes zugute. Aber die neuen Hilfsmittel stellten die Technik auch vor neue Aufgaben. Es erscheint heute nicht mehr ausgeschlossen, einen Fernsprechverkehr auch über sehr lange Strecken auf Kabeln durchzuführen. Deshalb ist es außerordentlich wichtig, die besonderen Erscheinungen beim Sprechen über sehr lange Kabel zu kennen und zu wissen, ob und wieweit sie auf die Sprachübertragung einen störenden Einfluß haben und welche Mittel geeignet sind, diesen Einfluß zu beseitigen. Diese Erscheinungen, nämlich Einschwingvorgänge, Echoeffekt und Temperatureinflüsse beim Fernsprechen über lange Pupinkabel, behandelt Oberingenieur K. Küpfmüller vom Zentrallaboratorium der Siemens & Halske A.-G. in einer Arbeit, die kürzlich in der „Telegraphen- und Fernsprechtechnik" veröffentlicht wurde. Küpfmüller zeigt zunächst, daß an irgendeiner Stelle einer homogenen Leitung großer Länge der eintreffende Strom, der von einer am Anfang der Leitung wirksamen und sich nach einem Sinusgesetz ändernden Wechselspannung ausgelöst wird, schon während der ersten Halbperiode mit seiner vollen Amplitude einsetzt und einem allmählich verklingenden Gleichstromimpuls überlagert ist, wodurch jedoch im allgemeinen nur die erste Halbwelle des eintreffenden Wellenzuges wesentlich verzerrt wird. Die Zeit zwischen dem Einsetzen der Wechselspannung am Leitungsanfang und dem Eintreffen des ersten Impulses am Empfangsort, die „Laufzeit", ist unabhängig von der Frequenz der wirkenden Wechselspannung; sie ist nicht zu verwechseln mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der eingeschwungenen Welle, die wohl im allgemeinen von der Frequenz abhängig ist, deren Frequenzabhängigkeit jedoch nur eine Verschiebung der Wellenzüge im eingeschwungenen Zustand anzeigt. Auf homogenen Leitungen können daher Schwingungen unverzerrt übertragen werden.

Bei Schwingungen mittlerer und niedriger Frequenz gilt das, was für homogene Leitungen abgeleitet wurde, auch für Pupinleitungen, da diese mit um so größerer Annäherung durch homogene ersetzt werden können, je niedriger die Frequenz ist. Höheren Frequenzen gegenüber ist eine pupinisierte Leitung als Kettenleiter mit Längsdrosseln und Querkondensatoren aufzufassen. Sie besitzt daher für eine bestimmte Frequenz, die „Grenzfrequenz", ausgesprochene Resonanzwirkung. Schwingungen, deren Frequenz dieser Grenzfrequenz nahekommt, treffen zunächst am Empfangsort nach Ablauf der schon erwähnten Laufzeit ein, erreichen ihre volle Amplitude aber erst, nachdem eine weitere Zeitspanne, die »Einschwingzeit«, verstrichen ist. Schwingungen mit Frequenzen, die höher als die Grenzfrequenz sind, werden durch die Leitung praktisch über-

Digitized by Google

haupt nicht übertragen; Schwingungen mit niedrigeren Frequenzen gegenüber verhält sich der Kettenleiter um so mehr wie eine homogene Leitung, je weiter die Frequenzen unter der Grenzfrequenz bleiben. Damit also die Sprache durch eine Pupinleitung unverzerrt übertragen wird, ist es nötig, daß die Grenzfrequenz der Leitung wesentlich höher liegt als die höchste für die Lautbildung noch wichtige Frequenz. Da der Unterschied zwischen einer wirklichen und einer homogenen Ersatzleitung mit der Leitungslänge zunimmt, muß diese Bedingung um so genauer erfüllt sein, je länger die Leitungen sind.

Von R. Carson[1]) ist der Stromverlauf in irgendeinem Glied eines unendlich langen Kettenleiters berechnet und durch eine Formel dargestellt worden. Es ist aber nur auf graphischem Wege möglich, die von Carson angegebene Beziehung auszuwerten. Abgesehen davon, daß das so gewonnene Ergebnis wenig durchsichtig ist, ist es bei dieser Art der Darstellung auch schwer, den Einfluß von Verstärkern in der Leitung zu berücksichtigen. Um auch hier die erwünschte Klarheit über die obwaltenden Verhältnisse zu finden, betrachtet Küpfmüller die Spannung der eingeschwungenen Welle in einem bestimmten Spulenfelde der als unendlich langen und mit Verstärkern versehenen Spulenleitung. Die Verstärkung wird in ähnlicher Form wie die Dämpfung eingeführt und der Unterschied zwischen der Dämpfung im betrachteten Spulenfelde und der Gesamtverstärkung als „Restdämpfung" bezeichnet. Der Spannungsverlauf ist dann eindeutig bestimmt durch diese Restdämpfung und den Phasendrehungswinkel; sind diese beiden Größen für alle Frequenzen in zwei verschiedenen Leitungen jeweils einander gleich, so haben gleiche Ursachen auch gleiche Wirkungen an entsprechenden Orten der beiden Leitungen. Ein sehr geringer Einfluß der Verstärker auf den Phasenwinkel kann dabei in dem hier wichtigen Frequenzbereich vernachlässigt werden, so daß man den Einfluß der Restdämpfung und des Phasenwinkels auf die Verzerrung getrennt untersuchen kann.

Die Restdämpfung muß, damit keine stationäre Verzerrung durch sie verursacht wird, in dem ganzen, für die Übertragung der Sprache wichtigen Frequenzbereich, das ist der Bereich von 1000 bis zu 12000, konstant sein. Das läßt sich durch die Bauart der Verstärker erreichen. Für Frequenzen außerhalb des Bereiches steigt die Dämpfung sehr schnell an; schon bei kurzen Leitungen mit wenigen Verstärkern werden praktisch keine Schwingungen, die außerhalb des Bereiches liegen, übertragen, bei längeren Leitungen ist das erst recht der Fall, so daß — richtig gebaute Verstärker vorausgesetzt — durch die Frequenzabhängigkeit der Restdämpfung keine Verzerrung der sprachwichtigen Schwingungen verursacht sein kann. Es bleibt also nur der Einfluß der Änderung des Phasenwinkels mit der Frequenz zu untersuchen. Das Winkelmaß nimmt bei einer Spulenleitung mit der Frequenz schneller zu als bei der homogenen Leitung; je niedriger die Frequenz, desto geringer ist der Unterschied dieser Größe für beide Leitungsarten. Da nun, wie schon gezeigt wurde, auf homogenen Leitungen keine Verzerrung eintritt, kann eine solche auf der Spulenleitung nur durch die stärkere Zunahme des Phasenwinkels verursacht sein. Ist der Unterschied zwischen dem Phasenwinkel in der Spulenleitung und dem der homogenen Leitung bei der höchsten zu übertragenden Frequenz so gering, daß für diese Frequenz keine Verzerrung auftritt, so ist der Leiter für den ganzen Frequenzbereich verzerrungsfrei. Auf Grund dieser Überlegung gelingt es Küpfmüller, eine sehr einfache Formel aufzustellen für die Grenzfrequenz, die der Spulenleitung eigen sein muß, wenn die Sprache gut übertragen werden soll. Die Formel enthält außer der Leitungslänge und dem Spulenabstand noch eine Erfahrungsgröße, deren Wert nicht durch die besonderen Eigenschaften der Leitung, sondern nur durch die verlangte Güte der Verständigung bestimmt ist und ein für allemal ermittelt werden kann. Aus Versuchen, die gemeinschaftlich mit der Reichspostverwaltung ausgeführt worden sind, sowie aus anderen bis jetzt vorliegenden Erfahrungen beträgt ihr Wert für gute Verständigung 8 bis $10 \cdot 10^9\ s^{-3}$. Aus der Formel geht hervor, daß schon bei einer verhältnismäßig geringen Erhöhung der Grenzfrequenz des Pupinleiters die Sprache über eine bedeutend größere Entfernung noch verzerrungsfrei übertragen werden kann; bei Erhöhung der Grenzfrequenz auf das Doppelte steigt die Reich-

[1]) Transactions of the Am. Inst. of E. E. 1919, S. 345.

Digitized by Google

weite auf das Achtfache. In der Praxis wird es sich empfehlen, möglichst wenige verschiedene Leitungstypen zu verwenden, etwa eine für kleine und mittlere und eine für große Entfernungen mit hoher Grenzfrequenz und entsprechend dicht eingefügten Verstärkern, so daß nicht in unwirtschaftlicher Weise alle Leitungen so belastet werden, wie es für die Sprachübertragung auf große Entfernungen nötig, bei kleinen aber überflüssig ist.

Um den Einfluß des „Echoeffektes", mit dem man überall rechnen muß, wo in Verstärkerschaltungen Leitungsnachbildungen verwendet werden, auf die Sprachübertragung zahlenmäßig festzustellen, geht Küpfmüller zunächst auf die Vorgänge in einer Vierdrahtverbindung nach dem von Ohnesorge angegebenen Prinzip ein und entwickelt dann Formeln für die Zeit, nach der das „Echo" beim Sprecher und beim Empfänger eintrifft, und für die Intensität des Echostromes. Es ergibt sich z. B., daß das Echo in einer 1000 km langen Vierdrahtverbindung mit der Grenzfrequenz 20000 und 2 km Spulenabstand nach 0,1 s. beim Sprechenden eintrifft. Auch bei ganz schwacher Pupinisierung (Grenzfrequenz 40000) würden noch 0,05 s. zwischen Abgabe des Lautes und Eintreffen des Echos vergehen. Da die Dauer eines Lautes etwa zwischen 0,05 s. (bei Konsonanten) und 0,1 s. (bei Vokalen) liegt, könnte das Echo, wenn es kräftig genug ist, die Verständigung ganz wesentlich verschlechtern. Als Gegenmaßnahme die Fortpflanzungsgeschwindigkeit auf der Leitung zu erhöhen, kann in der Praxis einen wesentlichen Erfolg deshalb nicht versprechen, weil schon bei kurzen und nur ganz schwach pupinisierten Leitungen, auf denen also die Fortpflanzungsgeschwindigkeit schon groß ist, die Laufzeit für das Echo immer noch von der Größenordnung der Dauer eines Lautes ist. Echostörungen können also nur vermieden werden, wenn die Amplitude des Echostromes genügend klein bleibt. Küpfmüller weist dann nach, daß in der Praxis das Verhältnis des Echostromes zum direkten Sprechstrom auch unter ungünstigen Verhältnissen (Überverstärkung, verhältnismäßig großer Nachbildungsfehler) so klein ist, daß eine Wirkung des Echostromes praktisch nicht wahrnehmbar ist; bei Vierdrahtversuchen konnte das Echo nur bei absichtlich falscher Leitungsnachbildung überhaupt hörbar gemacht werden. Bei Doppelrohrzwischenverstärkern liegen die Verhältnisse ähnlich; da hier wegen der meist kürzeren Verbindungen auch die Laufzeiten kleiner sind, ist es schon schwer, Echoerscheinungen künstlich hervorzurufen. Küpfmüller kommt also zu dem Schluß, daß Echowirkungen mehr theoretisches als praktisches Interesse haben, und die Ergebnisse seiner Rechnung werden durch die Erfahrung und den Versuch bestätigt.

Im Gegensatz zu den Echowirkungen können Temperaturschwankungen in langen Kabelleitungen ganz erheblichen Einfluß auf die Verständigung haben. Denn da sich sowohl der Ohmsche Widerstand als auch die Kapazität mit der Temperatur ändern, ändert sich auch die Dämpfung. Eine Formel für die Änderung der Gesamtdämpfung läßt sich leicht ableiten und daraus berechnen, daß z. B. auf einer 1000 km langen Leitung mit 0,9 mm starken Kupferleitern und einer Dämpfung von 0,02/km die Energie der ankommenden Sprechströme auf den 25. bis 100. Teil heruntergeht, wenn die Temperatur um 20 bis 30° C steigt. Bei doppelter Leitungslänge, also 2000 km, würde die Energie sogar auf den 600. bis 15000. Teil sinken. Daß die Lufttemperatur innerhalb weniger Stunden um die angeführten Beträge schwankt, ist aber im Sommer durchaus keine Ausnahme. Auf Luftkabeln, die die Temperatur der Luft schnell annehmen, würde daher ein regelmäßiger Sprechverkehr ein Ding der Unmöglichkeit sein, wenn nicht entsprechende Reguliereinrichtungen vorgesehen sind, die auf die Verstärker ausgleichend wirken, im übrigen aber nicht gerade besonders wünschenswerte Beigaben für das Leitungsnetz sind. E r d k a b e l dagegen sind so starken Temperaturänderungen nicht ausgesetzt. Schon in 0,75 m Tiefe unter der Bodenfläche ist die größte, tägliche Temperaturschwankung im Sommer nur 1 bis 2° C, und diese hat auf die elektrischen Eigenschaften keinen merkbaren Einfluß. Die jährlichen Temperaturschwankungen, die auch in 1 m Tiefe noch etwa 10° C betragen, sind aber ohne Einfluß auf die Restdämpfung, da sie bei dem täglichen Überprüfen und Einstellen der Verstärker ohnehin ausgeglichen werden. Störungen im Fernsprechverkehr als Folge von Temperaturschwankungen sind also auch bei großen Entfernungen nicht zu befürchten, wenn die Leitungen als Erdkabel verlegt sind.

Digitized by Google

Neues über Wagenbeleuchtung

Von Ingenieur F. Fischer, Abteilung Bahnen der SSW.

Die Zugänglichkeit zu den Lichtkupplungsdosen am Dach der Straßenbahnwagen kann im allgemeinen als ungünstig bezeichnet werden. Man hat aber trotzdem bisher von der Anordnung am Plattformschutzblech abgesehen, da bei dieser mit der Gefahr gerechnet werden muß, daß beispielsweise spielende Kinder die spannungführenden Kontakte berühren können.

Es lag daher nahe, daß man zunächst an eine Lichtkupplungsdose (Bild 1) gedacht hat, die sich mittels des Fahrschalterumschalthebels verschließen läßt. Bei einer derartigen Ausführungsform hängt natürlich alles von der Zuverlässigkeit des Wagenführers ab, der die nicht benutzten Lichtkupplungsdosen stets verschlossen halten muß. Es wäre daher eine Einrichtung am Platze, durch die der Führer, falls ihm ein Versehen unterlaufen sollte, darauf hingewiesen würde.

Dies ist bei den im nachstehenden beschriebenen Schaltungen der Fall, die im Betriebe ein Spannungführen nicht benutzter Lichtkupplungsdosen ausschließen sollen. Der leitende Gedanke hierbei ist, daß der eine Lampenstromkreis im Triebwagen bzw. Anhängewagen nur dann Strom erhält, wenn die nicht benutzten Kupplungsdosen spannungslos sind oder wenn die Stecker nicht in die unter Spannung gesetzten Kupplungsdosen eingesetzt sind. Die Bilder 2—4 lassen die entsprechende Schaltung für einen Triebwagen mit 2 Stromkreisen erkennen. 1 ist der Triebwagen, 2 und 3 sind die Kupplungsdosen, 4 und 5 zwei Lampenstromkreise und 6 ist der Schalter, von dem eine Leitung 7 über eine Sicherung 8 zum Stromabnehmer 9 führt, der an der Fahrleitung 10 anliegt. 11 bis 16 sind mit festen Kontakten versehene Isolierscheiben, denen auf der drehbaren Schaltachse befestigte Kontaktmesser gegenüberliegen.

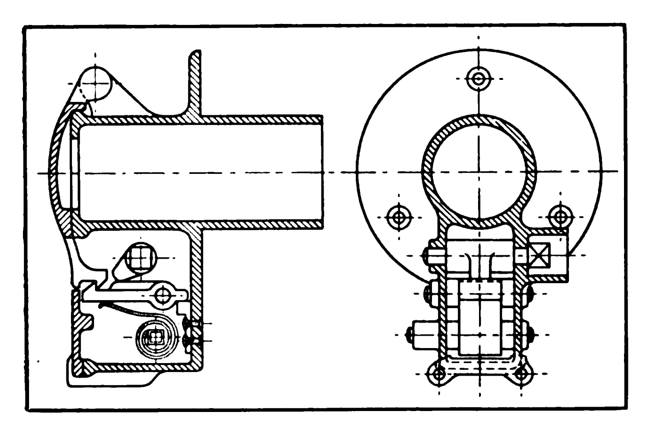


Bild 1. Lichtkupplungsdose mit verschließbarem Deckel.

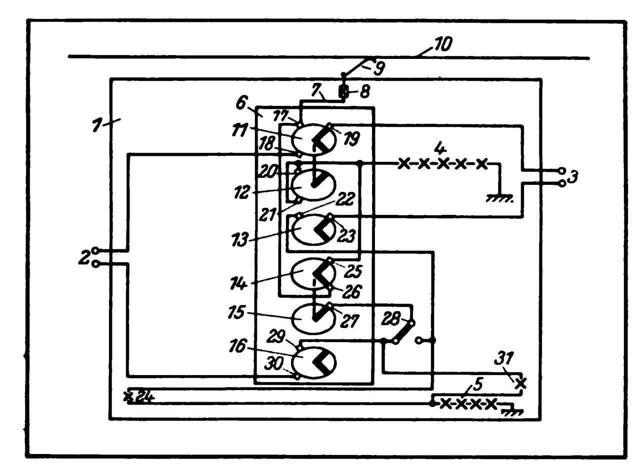


Bild 2. Schalterstellung für Triebwagen allein (ohne Anhängewagen).

In Bild 2 ist die Stellung des Schalters 6 für die Lampengruppen des Triebwagens allein dargestellt. Der Strom fließt von der Oberleitung 10 über Stromabnehmer 9, Sicherung 8, Leitung 7, Kontakte 17 und 26, Kontaktfinger der Scheibe 14, Kontakt 25 und über Lampengruppe 4 zur Erde, ferner von den Kontaktfingern der Scheibe 14 nach dem Kontaktfinger der Scheibe 15, dem Kontakt 27, Umschalter 28, Streckenlampe 31, Lampengruppe 5 zur Erde. Die Kupplungsdosen 2 und 3 sind spannungslos. Mittels des Umschalters 28 kann die andere Streckenlampe 24 an Stelle von 31 eingeschaltet werden, wenn die Fahrtrichtung des Wagens gewechselt wird.

Bild 3 zeigt die Stellung des Schalters 6 für den Fall, daß ein Anhängewagen rechts angekuppelt ist. Der eine Stecker 41 des Lichtkupplungskabels 40 ist in die Steckdose 3 des Triebwagens und der andere Stecker in die Steckdose des Anhängewagens eingesetzt. Die beiden Kontaktstifte jedes Steckers sind elektrisch leitend verbunden. Der Lichtstrom fließt von der Oberleitung 10 über Stromabnehmer 9, Sicherung 8, Leitung 7, Kontakt 17, Kontaktfinger der Scheibe 11, Kontakt 19 zum oberen Pol der Steckdose 3 und von dort

Digitized by Google

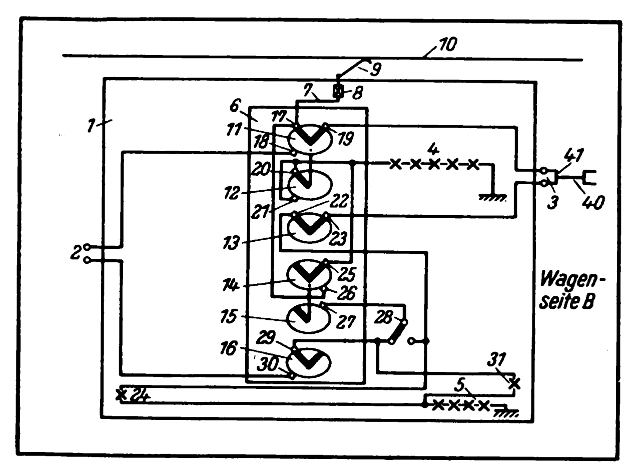


Bild 3. Schalterstellung für Triebwagen bei auf Seite B angekuppelten Anhängewagen.

zum Anhängewagen, ferner über den Stecker 41, unteren Pol der Steckdose 3, Kontakt 23, Kontaktfinger der Scheibe 13, Kontakt 22, Streckenlampe 24, Lampengruppe 5 zur Erde. Die Lampengruppe 4 erhält den Strom über die Kontaktfinger der Scheibe 11, die Verbindung zwischen diesen und dem Kontaktfinger der Scheibe 12 sowie Kontakt 20. Die Kupplungsdose 2 ist spannungslos.

In Bild 4 handelt es sich um die gleiche Schaltung für einen links angekuppelten Anhängewagen. Die Kupplungsdose 3 ist in diesem Falle spannungslos.

In den beiden letzten Fällen wird die der jeweiligen Fahrtrichtung entsprechende Streckenlampe durch den Schalter 6 (also ohne Benutzung des Umschalters 28) richtig eingeschaltet.

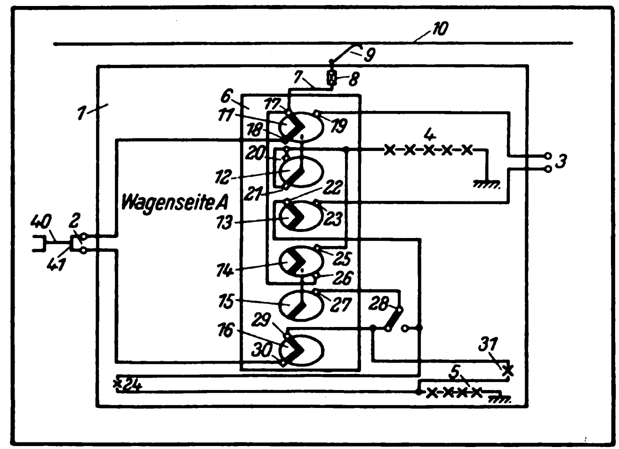


Bild 4. Schalterstellung für Triebwagen bei auf Seite A angekuppelten Anhängewagen.

Die Schaltungen der Bilder 2—4 entsprechen drei Stellungen des Schalters 6. Die vierte Stellung ist die Ausschaltstellung, bei der natürlich auch die Kupplungsdosen 2 und 3 abgeschaltet, d. h. also spannungslos sind.

Durch diese Schaltung ist der Führer gehalten, stets die richtige Stellung des Schalters zu wählen, da sonst entweder die Lampenkreise des Anhängewagens oder der Anhängewagen oder auch noch ein Lampenkreis des Triebwagens nicht eingeschaltet sind.

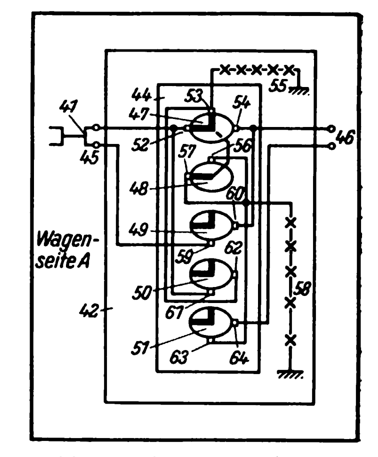


Bild 5. Schalterstellung für einen Anhängewagen mit zwei Stromkreisen (an der Wagenseite A des Triebwagens angekuppelt).

Die Größe des Schalters 6 geht nur wenig über die der normalen Lichtschalter hinaus, seine Konstruktion hat sich bewährt; er ist bereits für andere Schaltungen zu vielen Tausenden von den Siemens-Schuckertwerken geliefert worden.

Die einzelnen Stellungen würden auf dem Schalter 6 zweckmäßigerweise wie folgt bezeichnet:

1. Ausschaltstellung,
2. Ankupplung von Anhängewagen auf Wagenseite A,
3. Ankupplung von Anhängewagen auf Wagenseite B,
4. ohne Anhängewagen.

In Bild 5 und 6 ist die Schaltung für Anhängewagen mit je 2 Stromkreisen angegeben.

In der in Bild 5 gezeichneten Stellung erhalten die Lampengruppen 55 und 56 aus dem Triebwagen über die Steckdose 45 den Strom. Kupplungsdose 46 ist spannungslos. Der Stromverlauf ist leicht erkennbar.

In Bild 6 sind zwei von der Wagenseite B des Triebwagens gespeiste Anhängewagen dargestellt. Im ersten wird Strom zu der dem Triebwagen abgelegenen Kupplungsdose 45 geliefert, und zwar über Kontakt 60, Kontaktfinger der Scheibe 49 und Kontakt 59. Die Lampen der beiden Stromkreise dieses Anhängewagens sind eingeschaltet. Am Schlußwagen ist der Schalter 44 in der Stellung gezeichnet, in welcher beide Lampengruppen brennen und die Kupplungsdose 45 ohne Spannung ist.

Digitized by Google

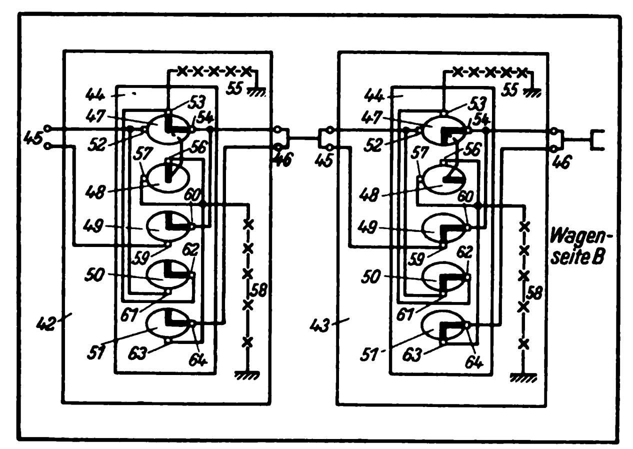


Bild 6. Schalterstellungen für zwei Anhängewagen mit je zwei Stromkreisen (an der Wagenseite B des Triebwagens angekuppelt).

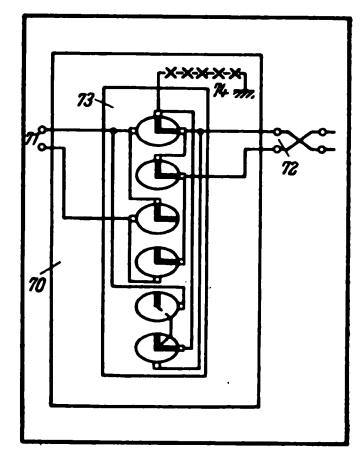
Die Schaltung beschränkt sich nicht auf die Mitführung von zwei Anhängewagen. Es können soviel Anhängewagen wie gewünscht angekuppelt werden; denn für alle weiteren Anhängewagen kommt die Schalterstellung des ersten Anhängewagens in Frage.

Auch bei den Stellungen der Schalter des oder der Anhängewagen muß seitens des Wagenführers darauf geachtet werden, daß sie richtig gewählt werden, da anderenfalls eine Lampengruppe des Triebwagens oder der Anhängewagen nicht eingeschaltet sind. Würde beispielsweise versehentlich für den zweiten Anhängewagen in Bild 5 die Schalterstellung des ersten Anhängewagens gewählt, so wäre die Lampengruppe 55 im zweiten Anhängewagen nicht eingeschaltet.

Die Stellungen werden auf dem Schalter des Anhängewagens wie folgt angegeben:

1. Ausschaltestellung,
2. Ankupplung auf Wagenseite A (Bild 5),
3. " " " B (" 6),
4. Ankupplung von mehreren Anhängewagen (Bild 6, erster Anhängewagen).

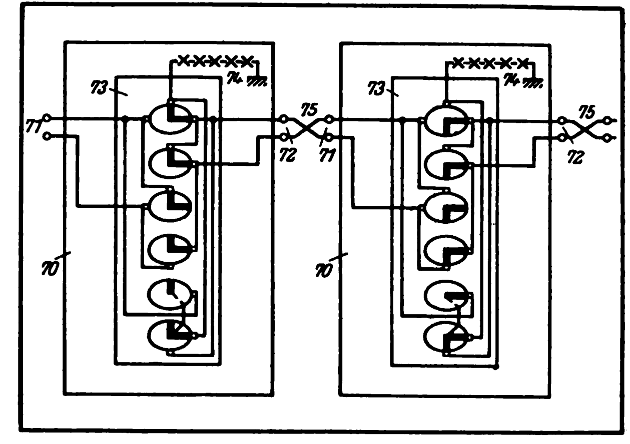
In Bild 7 und 8 sind ein bzw. zwei Anhängewagen mit je einem Lampenstromkreis dargestellt. Auch in diesen Fällen werden alle Lampen nur dann brennen, wenn die unbenutzte Kupplungsdose spannungslos ist. Das Kupplungskabel 75 besteht aus zwei Leitungen, die kreuzweise die Kontakte der beiden Stecker verbinden. Der Strom geht vom oberen Kontakt der Steckdose des Triebwagens (Bild 7) nach dem unteren Kontakt der Steckdose 72 des Anhängewagens, über den Kontakt der zweitoberen und oberen Scheibe nach der Lampengruppe 74 und zur Erde, ferner vom Kontakt der oberen Scheibe nach dem oberen Kontakt der Steckdose 72, dem unteren Kontakt der Steckdose des Triebwagens usw. Auf diese Weise wird die notwendige Verbindung der Kontakte der Steckdose des Triebwagens über die Schaltung des Anhängewagens hergestellt. Die Verfolgung des Stromverlaufes in Bild 8 bietet ebenfalls keine Schwierigkeit.


Bild 7. Schalterstellung für die Anhängewagen mit einem Stromkreis (an der Wagenseite B des Triebwagens angekuppelt).

Auch diese Schaltung ermöglicht die Ankupplung einer beliebigen Anzahl Anhängewagen.

Die Bezeichnung der Schalterstellungen ist die gleiche wie in Bild 5 und 6.

Bei Bahnanlagen mit zwei Spannungen (z. B. 600 u. 1200 V) muß beim Übergang von einem zum anderen Spannungsbereich eine Umschaltung der Lampengruppen der Wagen vorgenommen werden. Würde auch die Umschaltung der Lichtstromkreise der Anhängewagen vom Motorwagen aus mittels eines sogenannten Lichtumschalters geschehen und wäre hierbei die einfache Schaltung angewendet, so würde beim


Bild 8. Schalterstellungen für zwei Anhängewagen mit je einem Stromkreis (an der Wagenseite B des Triebwagens angekuppelt).

Digitized by Google

Durchbrennen einer Lampe eines Stromkreises in den übrigen Lichtstromkreisen des Zuges eine Überspannung auftreten, welche die Lebensdauer der Glühbirnen beeinträchtigte. Dies ergibt sich aus folgendem Beispiel:

Die Schaltung eines Triebwagens mit drei Anhängewagen veranschaulicht Bild 9.

Auf der 1200 V-Strecke geht der Strom vom Lichtumschalter, Leitung B, nach Lampenreihe b_1-a_1, Lampenreihe $a'_1-b'_1$ und zur Erde, bzw. im ersten Anhängewagen nach Lampenreihe b_2-a_2, Lampenreihe $a'_2-b'_2$ und zur Erde usw. Der Widerstand einer Lampenreihe (von a_1-b_1 oder $a'_1-b'_1$ usw.) sei mit r und die Netzspannung (1200 V) mit e bezeichnet, die Spannung einer Lampenreihe daher $\frac{e}{2}$. Erlischt nun eine Lampe, z. B. im Stromkreise a_2-b_2, so ist der Gesamtwiderstand R_1 von den Lampenreihen a_1-b_1, a_3-b_3 und $a_4-b_4 = \frac{1}{3}$ r und der Gesamtwiderstand R_2 · der Lampenreihen $a'_1-b'_1$, $a'_2-b'_2$, $a'_3-b'_3$ und $a'_4-b'_4 = \frac{1}{4}$ r; der Gesamtwiderstand der beiden Lampengruppen beträgt demnach $\frac{7}{12}$ r.

Die gesamte Stromstärke

$$i = \frac{e \times 12}{r \times 7}.$$

Die Spannung der Reihen a_1-b_1, a_3-b_3 usw.

$$i \times R_1 = \frac{e \times 12 \times r}{r \times 7 \times 3} = \frac{4}{7} e.$$

Die Spannung in diesen Lampenreihen würde also von 0,5 e auf $\frac{4}{7}$ e, d. i. um 14 v. H. gestiegen sein. Sind nur zwei Anhängewagen angekuppelt, so ergibt sich beim Durchbrennen einer Lampe

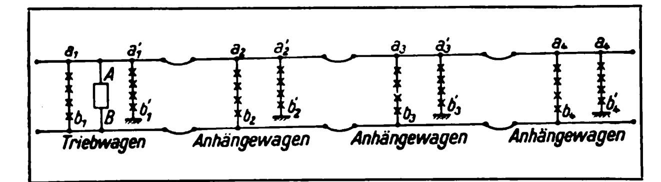


Bild 9. Falsche Schaltung bei zwei Spannungen im Bahnnetz (Lichtumschalter nur im Triebwagen).

eine um 20 v. H. höhere Spannung und bei einem angekuppelten Anhängewagen eine um $33\frac{1}{3}$ v. H. höhere Spannung.

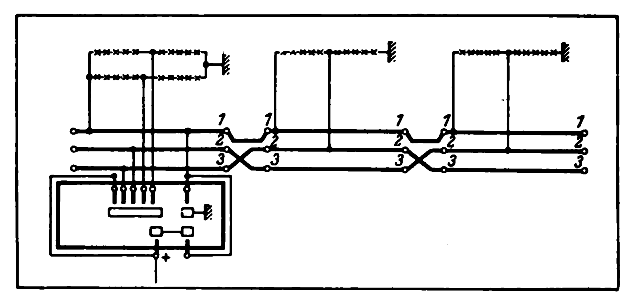


Bild 10. Richtige Schaltung bei zwei Spannungen im Bahnnetz (Lichtumschalter nur im Triebwagen)

Die Lampen in den übrigen Lichtstromkreisen ($a'_1-b'_1$, $a'_2-b'_2$ usw.) würden während dieser Zeit mit einer um die obigen Prozentsätze niedrigeren Spannung brennen.

Zur Vermeidung dieses Übelstandes hat man bisher in jedem Trieb- und Anhängewagen einen Lichtumschalter verwendet, der beim Übergang der Fahrzeuge auf eine Strecke mit der höheren Spannung die Lampenstromkreise selbsttätig auf diese Spannung umschaltet. Gelangt das Fahrzeug auf eine mit geringer Spannung gespeiste Strecke, so legt der Wagenführer mittels eines Momentschalters die Zugspule an Spannung, wodurch der Lichtumschalter in die Niederspannungsstellung gebracht wird.

Es ist nun möglich, von der Verwendung der Lichtumschalter in den Anhängewagen abzusehen, wenn die obige Schaltung (Bild 10) angewendet wird, die den Siemens-Schuckertwerken geschützt ist. In dieser Schaltung sind die Lampengruppen sämtlicher Wagen für den Betrieb mit der höheren Spannung an eine durch den Zug gehende Leitung, nämlich 1, angeschlossen. Die Stromzuführung (bei der niedrigen Spannung) zu der Mitte jeder Lampengruppe geschieht in jedem Wagen von derselben Leitung 2. Durch Kreuzen der Leitungen in den Kupplungskabeln (Bild 11) und entsprechende Anordnung der Steckerkontakte wird jedoch bewirkt, daß jeder Anschluß (für die niedrige Spannung) nur an einer ihm zugeordneten durch den Zug gehenden Leitung liegt. Wenn demnach in einem Stromkreise eine Lampe durchbrennt, findet nicht mehr eine Beeinflussung der übrigen Stromkreise statt, d. h. also Überspannungen können nicht auftreten.

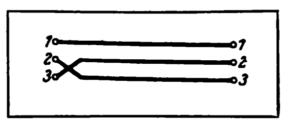


Bild 11. Kabel mit Steckern.

Digitized by Google

Die Befehlsübermittlung vom Ablaufberg nach dem Stellwerk auf Verschiebebahnhöfen

Von Ingenieur G. Wetzel, Telegraphenabteilung der Siemens & Halske A.-G.

Auf Verschiebebahnhöfen erfordert das Verschieben der Güterwagen vom Ablaufberg in die einzelnen Gleise eine schnelle und sichere Übermittlung der Gleisnummern nach dem Stellwerk. Hierfür bedient man sich verschiedener Einrichtungen. Es haben aber nur diejenigen Eingang gefunden, die durchaus betriebssicher sind und eine eindeutige Meldung zulassen. Hierzu gehören vorzugsweise die elektrischen Gleismelder der Siemens & Halske A.-G., Wernerwerk. Mit Hilfe dieser Apparate ist es dem Stellwerkswärter möglich, die Weichen in jedem einzelnen Falle richtig zu bedienen und einzustellen.

Eine Gleismelderanlage einfachster Art besteht aus einem Geber am Ablaufberg und einem Empfänger im Stellwerk. Auf größeren Verschiebebahnhöfen mit mehreren Ablaufgleisen kann eine Anlage dahin erweitert werden, daß mehrere Geber zwischen den Gleisen aufgestellt werden (Bild 1). In solchen Anlagen dient ein Geber dazu, an einem Empfänger im Stellwerk anzuzeigen, von welchem Ablaufgleis das Abdrücken der Wagen vor sich geht (Bild 2). Der Stellwerkswärter sieht am oberen Empfänger das Ablaufgleis, von dem die Wagen abrollen, und am unteren, wohin sie laufen sollen. Nicht nur in den am Rangiergeschäft beteiligten Stellwerken erscheinen die gleichen Angaben, sondern sie werden auch dem Fahrdienstleiter angezeigt, der



Bild 1. Gleismelder-Geber auf dem Ablaufberg.
TWL

jederzeit durch besondere Weckertasten bei irgendwelchen Anlässen in das Rangiergeschäft eingreifen kann (Bild 3).



Bild 2. Gleismelder-Empfänger im Stellwerk.
TWL

Die Bedienung des Fernzeigers ist äußerst einfach. Geber und Empfänger sind mit je einem Zeiger versehen und haben gleiche Skalen, die beliebig eingeteilt sind und die Bezeichnungen der zu übermittelnden Meldungen tragen. Wird der Zeiger des Gebers mittels der Einstellvorrichtung auf irgendein Skalenfeld gedreht, so stellt sich der Zeiger des Empfängers auf das entsprechende Feld ein. Die Übertragung der Zeigerbewegung geschieht auf elektrischem Wege, und während der Einstellung ertönt am Geber ein Wecker, am Empfänger ein Summer, so daß jede Veränderung der Zeigerstellung durch dieses Achtungssignal angekündigt wird.

Das Prinzip der in letzter Zeit mehr und mehr benutzten Wechselstromapparate beruht darauf, daß aufeinandergeschaltete und drehbar gelagerte Drahtspulen im konstanten Wechselstromfeld stets die gleiche Lage zueinander einnehmen. Bei der praktischen Ausführung entsteht das Wechselfeld zwischen zwei Polen an einem ringförmigen Polgestell. Die Pole tragen die zur Erregung dienenden, an eine Wechselstromquelle anzuschließenden Wicklungen. Zwischen den Polen ist ein trommelförmiger Anker mit drei untereinander verbundenen Wicklungen leicht drehbar gelagert. Diese sind an Schleifringe geführt und durch Stromabnehmer mit den drei Leitungsanschlüssen verbunden. Geber und Empfänger sind in dieser Weise ausgeführt.

Digitized by Google



Bild 3. Gleismelder-Empfänger beim Stand des Fahrdienstleiters.
TWL

Der die Erregerwicklung durchfließende Wechselstrom erzeugt zwischen den Polschuhen ein Kraftfeld, das entsprechend der Wechselzahl des Erregerstromes beständig seine Richtung wechselt. Hierdurch entstehen in den Ankerwicklungen elektromotorische Kräfte, deren Wert von der Lage der Ankerspulen im Kraftfeld abhängig ist. Haben nun Geber- und Empfängeranker gleiche Lage, so haben auch die in ihren Wicklungen induzierten elektromotorischen Kräfte den gleichen Wert; infolgedessen kommt in den die Ankerwicklungen verbindenden Leitungen kein Stromfluß zustande. Wird aber der Geberanker bei der Befehlsgabe verstellt und in seiner neuen Lage festgehalten, so ändern sich die in seinen Spulen induzierten elektromotorischen Kräfte. Es entstehen jetzt in den Verbindungsleitungen der Ankerwicklungen Ausgleichströme, die den Empfängeranker zwingen, dieselbe Lage im Kraftfeld einzunehmen wie der Geberanker. Hat er diese neue Lage erreicht, dann sind auch die Ausgleichströme wieder verschwunden und mit ihnen das auf den Anker wirkende Drehmoment.

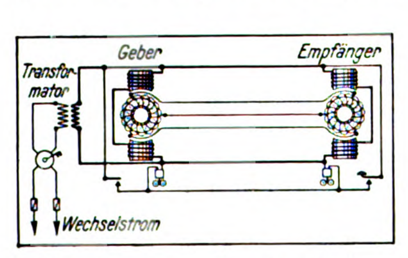


Bild 4. Fernzeigeranlage für Wechselstrom.
TWL

Mit einem Gebersystem können mehrere Empfängersysteme verbunden werden, ohne daß dadurch die für eine aus zwei Apparaten bestehende Anlage erforderlichen sechs Leitungen, von denen zwei für die Felderregung, drei für die Ankerverbindungen und eine für das akustische Signal dienen, vermehrt zu werden brauchen (Bild 4); an die Weckerleitung ist auch eine Rückmeldetaste vom Empfänger angeschlossen. Wenn von einem Ankündigungssignal Abstand genommen wird, so kann die Weckerleitung wegfallen.

Zum Betrieb dient Wechselstrom von 50 V bei einer Frequenz von 40 bis 60. Da nun Wechselstromanlagen meist eine höhere Spannung haben, ist durch einen kleinen Transformator die Netzspannung auf die Betriebsspannung herabzusetzen.

Der Energieverbrauch beträgt für eine aus einem Geber und Empfänger bestehende Anlage etwa 28 Watt, d. h. etwa die Hälfte des Stromverbrauches einer 16 kerzigen Kohlenfadenlampe. Neben diesem geringen Stromverbrauch sind als wesentliche Vorzüge der Wechselstromsysteme das vollkommen sichere Arbeiten und die dadurch erzielte Sicherheit gegen Falschzeigen bzw. Außertrittfallen sowie die zeitliche Übereinstimmung der Bewegungen von Geber und Empfänger zu nennen; denn es entspricht jeder Geberstellung nur eine bestimmte Lage des Empfängerzeigers. Eine besondere Zeigerkorrektur ist daher bei der Indienstnahme nicht erforderlich.

Bei den für Gleichstrom eingerichteten Apparaten wird der gleiche Empfänger verwendet. Der Geber ist dagegen anders ausgebildet und besteht im wesentlichen aus einem ringförmigen Widerstand, bei dem der Strom an zwei diametral gegenüberliegenden Punkten ein- und austreten kann. Auf dem Widerstand schleifen drei um 120 Grad versetzte Kontaktbürsten, die mit den drei Ankerleitungen des Empfängers in Verbindung stehen. Je nach Stellung der Bürsten auf dem Widerstandsring herrschen zwischen den einzelnen Kontakten verschiedene Spannungen, die den Ankerspulen des Empfängers zugeführt werden. Infolgedessen treten in den Spulen Ströme auf; diese erzeugen Magnetfelder, die je nach Stromrichtung und Stromstärke den Anker in

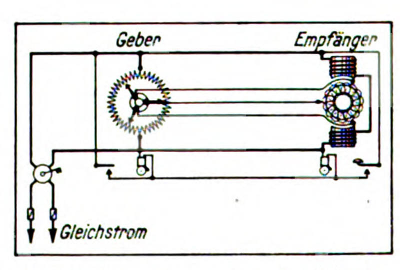


Bild 5. Fernzeigeranlage für Gleichstrom.
TWL

Digitized by Google



Bild 6. Lautfernsprecher für Summeranruf. *TWL*

eine bestimmte Richtung zu dem von der Erregerwicklung erzeugten Magnetfeld einstellen. Jeder Stellung des Stromabnehmers am Geber entspricht eine bestimmte Stellung des Empfängerankers. Der fest mit dem Anker des Empfängers verbundene Zeiger bewegt sich auch bei Gleichstrombetrieb in voller Übereinstimmung mit den auf einer Achse befestigten Stromabnehmern, die durch einen über eine Skala gleitenden, mit einem Zeiger versehenen Handgriff eingestellt werden. Bild 5 zeigt die Schaltung einer aus Geber und Empfänger bestehenden Gleismelderanlage.

Für kleinere und mittlere Verschiebebahnhöfe bedient man sich auch mit Vorteil des elektrischen Lautfernsprechers (Bild 6), der eine einwandfreie Verständigung zwischen Ablaufberg und Stellwerk gestattet.

Der Lautfernsprecher gibt die Sprache nahezu in der gleichen Stärke wieder, mit der sie in den Aufnahmeapparat hineingesprochen wird. Die laute Sprachwirkung wird durch die Anwendung stärkerer Sprechströme mit Hilfe eines für stärkere Strombelastung eingerichteten Mikrophones und eines kräftigen Telephonsystems erreicht. Als Stromquellen benutzt man solche von geringem inneren Widerstand, also entweder drei bis vier Akkumulatorenzellen oder fünf bis sechs große Trocken- oder Beutelelemente. Durch eine geeignete Schaltung ist man in der Lage, vom Ablaufberg nach dem Stellwerk die Gleisnummern so klar und deutlich zu rufen, als ob der zurufende Beamte dem Stellwerkswärter unmittelbar gegenüberstände (Bild 7). Dieser hat nicht nötig, seinen Platz zu verlassen und kann jedem Befehle sofort nachkommen. Hegt er Zweifel an der Richtigkeit eines Kommandos, so kann er sofort zurückfragen, indem er einfach nach dem Apparat hinspricht. Hierbei tritt eine gewisse Lautschwächung ein, wenn sich der Stellwerkswärter in größerer Entfernung vom Mikrophon befindet. Das gleicht man dadurch aus, daß man die Sprechstelle am Ablaufberg (Bild 8) mit einem abnehmbaren Hörer ausrüstet. Die Sprechstelle selbst bringt man entweder in einem besonderen Schutzhäuschen aus Holz unter, oder man befestigt sie im Freien an einem Lichtmast oder Pfahle.



Bild 7. Lautfernsprecher im Stellwerk. *TWL*



Bild 8. Fernsprecher für laute Sprachübertragung am Ablaufberg. *TWL*

Selbstverständlich verwendet man im Freien eine wasser- und staubdicht ausgeführte Station. Für den gegenseitigen Anruf benutzt man ein lauttönendes Weckerzeichen für den Apparat im Freien und einen Summer-(Hupen-)Ton für den Lautsprecher im Stellwerk. Für eine Lautfernsprech-Rangieranlage einschließlich der Anrufeinrichtungen braucht man vier Leitungen, die in den meisten Fällen als Kabel verlegt werden.

In Verbindung mit den Gleismelderanlagen verwendet man Hupensignaleinrichtungen, die dazu bestimmt sind, dem Lokomotivführer Signale zum Abdrücken und Halten zu geben. Längs des Ablaufgleises werden in Abständen



Bild 9. Starkstromhupe für die Benachrichtigung des Lokomotivführers. *TWL*

Digitized by Google

von etwa 100 m elektrische Hupen mit Doppelschalltrichter (Bild 9) angebracht, die ein jeweils vom Ablaufberg gegebenes Signal dem Lokomotivführer lauttönend übermitteln. Ganz gleichgültig ist es hierbei, an welcher Stelle er sich mit seiner Maschine befindet. Da auf den Verschiebebahnhöfen zur Beleuchtung in den meisten Fällen Starkstrom vorhanden ist, werden auch die Hupen an das Starkstromnetz angeschlossen. Die für solche Einrichtungen benutzten Hupen sind äußerst lauttönend, kräftig und wasserdicht ausgeführt. Das gilt auch von der Einschaltetaste, die mit einer Momentein- und Ausschaltung versehen ist.

KLEINE MITTEILUNGEN

Bemerkenswerter Betriebsunfall.

Von Friedrich Heinicke, Direktor der Kraftwerke Lauta und Trattendorf der Elektrowerke A. G.

Am 23. Februar 1924 ist im Kraftwerk Trattendorf der Elektrowerke A. G. unter eigenartigen Umständen der Kessel eines druckfesten Ölschalters zersprengt worden. Außer Zerstörung des Schalters und ziemlich umfangreichem Gebäudeschaden sind weitere Folgen nicht eingetreten. Vor allem konnte der Betrieb des Kraftwerkes ungehindert fortgesetzt werden. Die von Anfang an vorgesehene Disposition der Schaltanlage mit geringfügigen Provisorien gestattete sogar fünf Tage nach dem Unfall die bisher höchste Belastung des Kraftwerks während längerer Zeit zu liefern. Dieser Unfall ist nicht Folge eines Schaltvorganges mit hohem Strom, etwa Kurzschluß, gewesen.

Das Kraftwerk Trattendorf speist das Netz der Elektrowerke und zeitweilig auch das der Sächs. Staatswerke (Eldir). Seine Anordnung gibt das Schaltbild (Bild 1). Der von dem Unfall betroffene Schalter ist der mit X bezeichnete Kuppelschalter zwischen den beiden 6 kV-Sammelschienen.

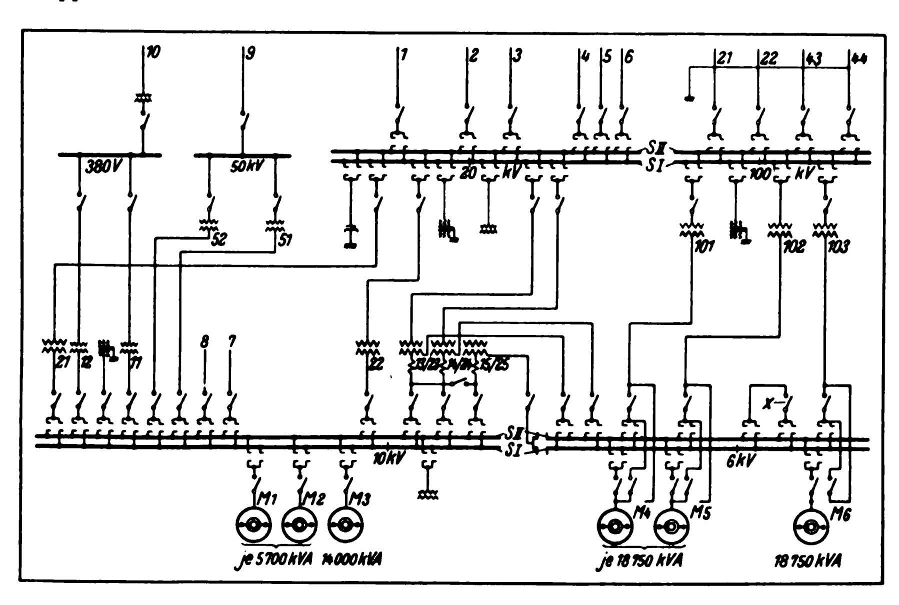


Bild 1. Schaltbild des Kraftwerks Trattendorf.

Er ist ein dreipoliger druckfester Einkesselschalter der SSW, Serie IV für 2000 A.[1])

Um etwa $5\frac{1}{2}$ Uhr nachmittags wurden die tagsüber getrennt betriebenen Sammelschienensysteme zusammengeschaltet. Kurz darauf beim Lastverteilen bemerkte der Schalttafelwärter einen Ausschlag am Nullpunktspannungszeiger der Synchronisiereinrichtung, dem wenige Zeit später, die Schätzungen schwanken zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ Minuten, ein heftiger, das Gebäude erschütternder Knall und Auslösen der Maschinenschalter folgte. Der Kessel des Kupplungsschalters war an der Bodennaht und unmittelbar neben einer Längsnaht aufgerissen. In einem dem Schalterraum benachbarten Raume hatte eine Gasexplosion stattgefunden, die, wie eingangs erwähnt, einige Gebäudeschäden zur Folge hatte. Die dem Schalterkessel entströmten, sehr heißen Ölgase sind an sich nicht explosiv, sie werden es erst bei gehöriger Mischung mit Luft. So erklärt sich, daß die Gasexplosion nicht im Schalterraum, sondern in dem mit ihm verbundenen Nachbarraume stattfand. Den Einbau des Kupplungsschalters zeigt Bild 2.

Die Untersuchung ergab folgenden Tatbestand:

Der den Schalter antreibende Schaltmagnet hatte seine Endstellung erreicht, ohne die Hauptkontakte des Schalters zu schließen. Die Ursache dafür ließ sich nicht mehr ermitteln. Die Sammelschienen waren daher nur über die Schutzwiderstände von 28 Ohm je Phase miteinander verbunden, die den für den Parallellauf der beiden Maschinengruppen nötigen Kupplungsstrom zu führen hatten. Die Schutzwiderstände sind zwar nur für kurzzeitige Belastung bemessen, jedoch so reichlich, daß sie auch beim Schalten mit Phasenopposition der Maschinen nicht durchbrennen. Infolge Nichtschließens der Hauptkontakte des Schalters blieben die Widerstände unzulässig lange unter Strom, so daß sie schließlich durchbrannten. Dabei blieb unter Öl ein Lichtbogen stehen, der das Öl zersetzte und weitere Teile der Widerstände verbrannte, so daß der Strom immer mehr anschwoll und die Gasentwicklung schließlich so stürmisch wurde, daß der Kessel dem Gasdruck nicht mehr standhalten konnte. Daß der Gasdruck bis zur Festigkeitsgrenze des Kessels

[1]) ETZ 1919, S. 626.

Digitized by Google

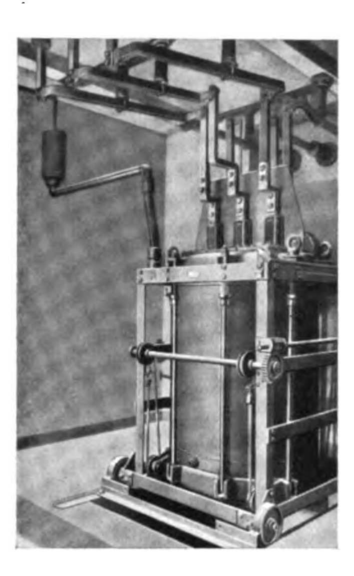


Bild 2. Einbau des Schalters mit Ölfang und Auspuffleitung.

ansteigen konnte, hat eine bemerkenswerte Ursache. Die druckfesten Ölschalter hatten in ihrer ursprünglichen Ausführung auf kürzestem Wege ins Freie geführte Auspuffleitungen von etwa 70 mm Weite, aus denen bei schweren Schaltvorgängen neben den Ölgasen auch etwas Öl ausgeschleudert wurde. Um dieses aufzufangen, wurde die weite Auspuffleitung zu einem Ölfang geführt, der in Bild 2 an der Wand zu sehen ist. Der Ölfang ist durch ein nur etwa 20 mm weites Rohr ins Freie entlüftet. Diese Anordnung hat sich nach Versuchen der SSW selbst bei schweren Schaltvorgängen bewährt. Man hatte dabei aber offenbar mit ständiger stürmischer Gasentwicklung, wie sie im vorliegenden Fall durch einen Fehler im Schalter eintrat, nicht gerechnet. Wie hoch der Druck im Kessel gewesen sein muß, ergibt sich aus der Tatsache, daß das Auspuffrohr einen Ölstrahl 25 m weit ausgespritzt hat.

Es sei noch besonders hervorgehoben, daß weder die Hauptkontakte, noch die Funkenzieher des Schalters Anschmelzungen zeigen, wodurch bewiesen ist, daß der Schalter keinem schweren Schaltvorgang ausgesetzt war.

Wie einwandfrei feststeht, ist der Schalterunfall auf unglückliches Zusammentreffen der folgenden vier Umstände zurückzuführen:

1. Stehenbleiben des Schalters in den Vorkontakten.
2. Durchbrennen des Schutzwiderstandes infolge unzulässiger Dauerbelastung.
3. Stehenbleiben des Lichtbogens am Schutzwiderstand, wodurch dessen weitgehende Zerstörung und stürmische Gasentwicklung hervorgerufen wurde.
4. Unzulässige Drosselwirkung des Ölfangs und seines zu engen Auspuffrohres.

Nach dieser klaren Erkenntnis der Ursachen stand nichts im Wege, den beschädigten Schalter durch einen gleichartigen zu ersetzen, da die druckfesten Ölschalter bisher allen Schaltbeanspruchungen vollauf genügt haben. Dabei sind folgende Verbesserungen vorgesehen:

1. Ausreichend weite Auspuffrohre zwecks unbehinderter Entlüftung ins Freie.
2. Neue Anordnung der Schutzwiderstände, bei der Durchbrennen des Drahtes keine weiteren Zerstörungen durch Lichtbogen zur Folge hat.
3. Einrichtung unmittelbar an den Kontakten zur Überwachung von deren ordnungsmäßiger Stellung.

Umspannwerk Chemnitz-Süd.

Das Umspannwerk Chemnitz-Süd in Erfenschlag in Sachsen wurde den SSW von der Direktion der Staatlichen Elektrizitätswerke Sachsens (jetzt Aktiengesellschaft Sächsische Werke) in Auftrag gegeben. Die Anlage umfaßt zwei Transformatoren von je 15000 kVA, zwei Doppelleitungen für 100 kV, die das Umspannwerk mit den benachbarten Werken Dresden-Süd und Silberstraße verbinden, und im ersten Ausbau 10 Freileitungen für 30 kV, sowie die zugehörige gesamte Schaltanlage. Das Werk ist ober- und unterspannungsseitig mit Doppelsammelschienen und Parallelschalteinrichtung ausgeführt. Es ist der spätere Einbau eines 100 kV-Überspannungsschutzes ins Auge gefaßt, wie er bereits in anderen Stationen der ASW von den SSW eingebaut wurde.

Das neue Umspannwerk hat hauptsächlich die weitere Umgebung von Chemnitz und das mittlere Erzgebirge bis Freiberg mit Strom zu versorgen. Am 13. Januar fand die erste Inbetriebsetzung statt, weitere Anlagenteile und Leitungen wurden im Februar bis April dem Betriebe übergeben.

Elektrische Anlage im Erdbebengebiet.

Für den chilenischen Betrieb der Fölsch & Martin A.-G., vorm. Deutsche Salpeterwerke, Hamburg, haben die SSW nach dem Kriege die elektrischen Lieferungen für eine neu errichtete Dieselzentrale in Chile einschließlich Übertragungsnetz nach den Ofizinen Moreno, Guanaco und den dortigen Unterstationen ausgeführt. Da die Anlage im Bereich des Erdbebens liegt, von dem Chile im vorigen Jahre heimgesucht wurde, haben die SSW um einen Bericht über die Folgen der Erdbebenkatastrophe in den Betrieben der genannten Firma gebeten. Hierauf ist folgende Erklärung nunmehr eingetroffen:

„In Erwiderung der Anfrage der SSW Berlin über die Erscheinungen, die sich bei der letzten Erdbebenkatastrophe in unseren elektrischen Anlagen gezeigt haben, können wir nur mitteilen, daß bei uns keinerlei Schäden aufgetreten sind. Alle Teile sind in vollkommen gutem Zustand geblieben. An dem Duromaterial traten keinerlei Risse auf, das gesamte Befestigungsmaterial der Schaltanlage war der Beanspruchung voll und ganz gewachsen, alle Meß- und Signalleitungen blieben im besten Zustand. Desgleichen nahmen die Kabelendverschlüsse, sowie das Befestigungsmaterial der Freileitung keinerlei Schaden. Irgendeine Unterbrechung auch nur eines Teiles der Anlagen fand nicht statt. Nach diesen Erfahrungen dürfte das gesamte Material, das in unseren Schaltanlagen bislang zur Verwendung gekommen ist, den hiesigen Anforderungen voll und ganz gewachsen sein."

Von der Elektrizitätsversorgung Württembergs.

Die Württembergische Landeselektrizitäts-Aktiengesellschaft in Stuttgart hat den SSW im Februar d. J. je einen Transformator mit einer Leistung von 10000, 15000 und 20000 kVA für 110/35 kV in Auftrag gegeben. Die Lieferung hängt zusammen mit dem Umbau des seitherigen 55 kV-Netzes (Niederstotzingen—Obertürkheim) der genannten Gesellschaft auf 110 kV, wodurch der Anschluß an das Bayernwerk ermöglicht wird. Für die Elektrizitätsversorgung Württembergs sind die geplanten Maßnahmen von grundlegender Bedeutung.

Digitized by Google

Der Siemens-Schnelltelegraph im drahtlosen Verkehr zwischen Berlin und Riga.

Die Telefunken-Gesellschaft für drahtlose Telegraphie erhielt von der Lettländischen Telegraphen-Verwaltung in Riga folgende telegraphische Nachricht:

„Der seit einer Woche eröffnete Radio-Siemens-Verkehr Riga—Berlin hat ergeben, daß die gestellte Aufgabe befriedigend gelöst werden kann. Zu diesem Resultat und weiteren Erfolgen auf dem Gebiete des drahtlosen Nachrichtenverkehrs erlaube ich mir die Telefunken-Gesellschaft zu beglückwünschen."

gez. Kadiks, Generaldirektor.

Krarupkabel für die schweizerischen Bundesbahnen.

Die Siemens & Halske Aktiengesellschaft hat von der Verwaltung der schweizerischen Bundesbahnen den Auftrag auf Lieferung einer Anzahl von Krarupkabeln für die Strecke Zürich—Olten erhalten. Diese Kabel werden nach dem von dem Dänen Krarup angegebenen Verfahren durch Umspinnung der Leiter mit Eisendraht mit höherer Induktivität belastet und gestatten vermöge dieser Maßnahme eine Sprechverständigung über größere Sprechweiten als gewöhnliche Kabel. Der Auftrag umfaßt rund 80 km 1 bis 8paarige Krarup-Erdkabel und wird in den nächsten Monaten geliefert werden.

Die Polizeimeldeanlage Berlin

wurde vor etwa zwei Jahren in Angriff genommen. Am 13. März d. J. wurde der erste Abschnitt, die Meldeanlage für den Bezirk des Polizeiamts Berlin-Mitte, von der Siemens & Halske A.-G. dem Polizeipräsidenten übergeben. Damit erhält Berlin als erste Stadt Deutschlands eine Anlage, die in Europa — abgesehen von einer kleinen Anlage in einem Teil der Stadt Kristiania — die erste ihrer Art ist. Wie bei einer öffentlichen Feuermeldeanlage sind über die Stadt Melder verteilt, die durch sogenannte Ringleitungen miteinander verbunden und an einen Zentralapparat auf dem Polizeiamt angeschlossen sind. Die Melder enthalten ein Laufwerk, das eine Typenscheibe in Bewegung setzt. Außerdem befindet sich in jedem Melderkasten ein Fernsprecher. Zur Benutzung der Polizeimelder sind zunächst nur die Polizeibeamten berechtigt. Macht ein Ereignis schnelle Hilfe erforderlich, so öffnet der Beamte mit einem von ihm mitgeführten Schlüssel die Tür und löst das Meldewerk aus, worauf die Meldung telegraphisch im Polizeiamt einläuft. Er ist aber auch in der Lage, eine Meldung durch einen eingebauten Fernsprecher abzugeben. Die telegraphische Meldung gelangt zu dem Zentralempfangsapparat auf dem Polizeiamt, der sie selbsttätig aufnimmt, registriert und mit dem Aufdruck der Eingangszeit versieht. Durch einen sinnreichen Apparat, der auf die Nummer des Melders eingestellt wird, der angesprochen hat, wird die Meldung an die Revierwache weitergegeben, in deren Bezirk der Melder liegt. Ist die Revierwache aus dienstlichen Gründen nicht so besetzt, daß sie etwa verlangte Mannschaft abgeben kann, so hat das Polizeiamt die Möglichkeit, auf der Streife befindliche Mannschaften zu benachrichtigen. Diesem Zweck dienen Glühlampen und elektrische Wecker, die sich in der Nähe der Melder befinden. Umfaßt die fertiggestellte Anlage auch nur einen kleinen Teil dessen, was für Berlin nötig ist, so ist doch erfreulicherweise immerhin der erste Schritt getan. Ein ausführlicher Aufsatz folgt in einem der nächsten Hefte.

Berichtigung.

Rundfunk. Im Februarheft der Siemens-Zeitschrift war in dem Bericht über die Ausstellung auf der Leipziger Messe mitgeteilt worden, daß die Siemens & Halske A.-G. den Vertrieb von Rundfunkgerät übernommen hätte. Das trifft jedoch nur für den Vertrieb innerhalb Deutschlands zu.

Vorträge.

Am 27. Februar d. J. hielt Herr Geheimrat Professor Dr. Adolf Miethe im Vortragssaal des Verwaltungsgebäudes in Siemensstadt einen Vortrag über „Das Lichtbild in natürlichen Farben". Der Vortragende gab zunächst einen geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der farbigen Photographie, die bis in das erste Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts zurückreicht. Als physiologische Grundlage kann die von dem englischen Physiker Thomas Young 1807 ausgesprochene Erkenntnis betrachtet werden, daß im menschlichen Auge drei verschiedene für die Farben rot, grün und violett empfindliche Netzhautelemente vorhanden seien, ein Gedanke, der später zur Young-Helmholtzschen Theorie der Licht- und Farben-Empfindung ausgebaut wurde. Im Jahre 1810 fand Seebeck, daß feuchtes Chlorsilber in verschiedenfarbigem Licht annähernd die Belichtungsfarben annimmt. Hierauf aufbauend veröffentlichte Edmund Becqerel in den Jahren 1847—1855 seine Untersuchungen über Polychromie mit Chlorsilber unter Verwendung farbiger Gläser. Es gelang ihm, das Sonnenspektrum in natürlichen Farben zu photographieren. Der Berliner Physiker Wilhelm Zenker stellte 1856 ein sehr empfindliches Chlorsilberpapier her, auf dem er auf photographischem Wege Farben erzeugte; er nahm an, daß dies auf stehende Lichtwellen zurückzuführen sei, was übrigens erst im Jahre 1888 durch O. Wiener experimentell als richtig nachgewiesen wurde. Die Zenkersche Erkenntnis führte 1891 zu dem Verfahren von Gabriel Lippmann, welches auf der Verwendung künstlich erzeugter, stehender Lichtwellen zur Erzielung naturfarbiger Diapositive beruht. Lippmann verwandte mit Bromsilberkollodium übergossene Platten, die er in geeigneten Farblösungen für alle Farben empfindlich machte. Im Jahre 1890 hatte Max Lewy-New York ein Verfahren zur Herstellung sehr feinmaschiger Strichraster angegeben und dadurch das Problem der Nebeneinanderlegung verschiedenfarbiger Punkte in feinster regelmäßiger Verteilung auf der Platte gelöst. Dasselbe Ziel, jedoch in anderer Weise, erreichten 1907 die Brüder Lumière, indem sie die Platten mit gefärbten Stärkekörnern überdeckten, ein Verfahren, das später von der Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation aufgenommen und wesentlich verbessert wurde. Die bisher genannten Verfahren führen zu farbigen Diapositiven.

Einen ganz anderen, für die Zukunft bedeutungsvollen Weg hatte 1861 Maxwell eingeschlagen: er führte in


Digitized by Google

Anlehnung an den Youngschen Gedanken (1807) das Farbensystem auf drei Grundfarben zurück, die, richtig kombiniert, die ganze Skala der Farbentöne wiederzugeben vermögen; indem er durch Lichtfilter drei Teilbilder, gelb, rot, blau, photographierte und die Diapositive mit drei Lampen mit denselben Filtern projizierte, hat er die Idee der additiven Synthese (Dreifarbenverfahren) als erster verwirklicht. Zur Projektion derartiger Aufnahmen in Naturfarben konstruierte 1888 F. E. Ives das Photochromoskop, das 1900 von Miethe verbessert und zu dem Dreifarben-Projektionsapparat ausgebaut wurde, der heute noch in Verwendung ist und auch zur Vorführung der zum Schlusse des Vortrages projizierten naturfarbigen Bilder diente.

Der Vortragende ging auch auf die technische Anwendungsmöglichkeit der Photographie in natürlichen Farben ein und berührte kurz die Frage des naturfarbigen Films, deren technische Lösung noch nicht zufriedenstellend gelungen ist.

Der Vortrag und die in wundervoller Farbenpracht gebotenen Lichtbilder fanden den ungeteilten Beifall der Zuhörer. Das große Interesse, das diesem Vortrag entgegengebracht wurde, läßt sich am besten daran ermessen, daß der Vortrag noch einmal (am 29. Februar d. J.) gehalten werden mußte. Bei diesem zweiten Vortrag brachte der Vortragende außer seinen Dreifarben-Projektionen auch Bilder nach dem Lumière- und Agfa-Verfahren, die zwar in den Farbtönen vorzüglich waren, aber an Helligkeit weit hinter den Dreifarben-Projektionen zurückstanden.

FRAGEN UND ANTWORTEN

Anfragen aus dem Leserkreis werden hier soweit möglich beantwortet.

Frage 19: Ich komme oft in die Lage, technisch nicht oder wenig gebildeten Kunden erklären zu müssen, aus welchen Gründen und mit welcher Berechtigung die Elektrizitätswerke den Stromkäufer mit Blindstromtarif belasten und muß dabei auch auf das Wesen des Blindstromes und die Bedeutung des $\cos \varphi$ eingehen. Können Sie mir eine leichtverständliche Erklärung obiger Begriffe geben, die ich gegebenenfalls auch schriftlich den Interessenten überreichen könnte?

Antwort 19: Die Wirkungsweise elektrischer Motoren und Apparate beruht darauf, daß sie elektrische Energie, d. h. Strom aus der Zuleitung, aufnehmen und in mechanische Leistung, wie Schleifen, Drehen, Pumpen, Pressen, Sägen, umsetzen. Dieser Strom muß mit den in den Kraftwerken aufgestellten Generatoren erzeugt werden. Beim Wechselstrom haben aber bestimmte Motorarten — und zu diesen gehören fast ausnahmslos die gebräuchlichen Drehstrommotoren — die unangenehme Eigenschaft, einen bestimmten Strom aufzunehmen, unabhängig davon, ob sie mechanische Arbeit an der Welle leisten oder nicht. Schon das Einlegen des Schalters, d. h. schon das Unterspannungsetzen eines Motors genügt, um die Entstehung dieses Stromes zu verursachen, ohne daß es dabei notwendig wäre, daß der Motor zum Anlauf kommt. Diesen nichtarbeitenden Strom nennt man Blindstrom. Ist der Motor angelaufen und soll Arbeit leisten, so nimmt er außerdem Arbeitsstrom vom Netz auf, der sich dem Blindstrom hinzufügt. Bisher wurde den Elektrizitätswerken nur der Arbeitsstrom bezahlt. Der Blindstrom muß aber ebenso wie der Arbeitsstrom von den Generatoren erzeugt werden. Sind die Blindströme sehr groß, so können die Generatoren nur noch wenig Arbeitsstrom erzeugen; sie sind zwar voll belastet, aber nicht die Antriebsmaschinen, und nur der geringste Teil des erzeugten Stromes wird bezahlt.

Infolgedessen haben die Elektrizitätswerke Tarife aufgestellt, nach denen der Blindstrom ebenso bezahlt werden muß, denn er beansprucht die Einrichtungen der Elektrizitätswerke ebenso wie der Arbeitsstrom. Der $\cos \varphi$ ist eine Zahl, mit deren Hilfe der jeweilige Blindstrom ausgerechnet werden kann. Je kleiner der $\cos \varphi$, je größer ist der dem Generator entnommene Blindstrom bei einer bestimmten Gesamtbelastung.

Es gibt eine Reihe besonderer elektrischer Maschinen, die die Entnahme von Blindstrom aus dem Netz verhindern oder wenigstens stark herabdrücken (Blindleistungsmaschinen, Gleichstrom- und Drehstrom-Erregermaschinen usw.). Es sind schließlich in letzter Zeit Drehstrommotoren entwickelt worden, die überhaupt keinen Blindstrom, sondern nur den Arbeitsstrom dem Netz entnehmen, dies sind die kompensierten Drehstrommotoren nach Heyland, Osnos u. a.

Wenn diese Erklärung auch für den Laien den Blindstrom nach seiner Entstehung und Wirkung näherungsweise erklärt, so kann mit Hilfe des nebenstehenden Bildes eine Analogie aus dem Maschinenbau gegeben werden, die für Nichtelektrotechniker die Blindleistungsfrage leichter vorstellbar macht.

In Bild 1 ist eine hydraulische Kraftübertragung dargestellt, in der eine Antriebsmaschine über einen Kurbelantrieb den Kolben eines Zylinders A hin- und herbewegt. Der Zylinder A ist durch eine Leitung mit dem Zylinder C verbunden, dessen Kolben wiederum über einen Kolbenantrieb auf eine Arbeitsmaschine wirkt. Durch die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens A wird wechselnd ein Über- und Unterdruck in der Leitung erzeugt, durch den der Kolben des Zylinders C unter entsprechender Kraftübertragung auf den Kurbelantrieb der Arbeitsmaschine zu entgegengesetzten Bewegungen wie der Kolben A gezwungen wird. Die in den übertragenen Leitungen und Zylindern vorhandene Flüssigkeit pendelt dabei um das Veränderungsvolumen der beiden Kolben hin und her. Ist nun in der Nähe der Arbeitsmaschine ein Standrohr B angeordnet, so wird der Wasserspiegel in diesem Standrohr je nach saugender oder drückender Wirkung des Kolbens A um eine dem Unterdruck oder Überdruck entsprechende Höhe H in dem Standrohr schwanken. Bewegt sich z. B. der Kolben A abwärts und dementsprechend der Kolben C aufwärts unter einem spezifischen Druck P, so wird der Wasserspiegel in dem Standrohr auf die angezeigte Höhe H (:) steigen. Die

Digitized by Google

Bewegung des Wassers im Standrohr B hat nun aber zur Folge, daß der Kolben A bei jeder Bewegung nicht nur die zur Bewegung des Kolbens C notwendige Wassermenge, sondern auch das zur Veränderung des Wasserspiegels im Standrohr B notwendige Wasser zu liefern bzw. aufzunehmen hat. Er muß also größer sein als der Arbeitszylinder C. Auch die zwischen Standrohr und Antriebszylinder A liegende Leitung muß die zusätzliche Wassermenge aus dem Standrohr aufnehmen können. Das Standrohr verursacht also das Hin- und Herpendeln einer bestimmten Wassermenge, die im Gegensatz zu der zwischen den Arbeitszylindern pendelnden Wassermenge keine Arbeit leistet. Sie stellt also eine reine Blindleistung dar. Sie macht eine größere Bemessung des Antriebszylinders A erforderlich, eine Vergrößerung des Leistungsquerschnittes, höhere Verluste infolge größerer bewegter Wassermengen und infolgedessen einen größeren Druckabfall in den Leitungen. Diese durch das Standrohr verursachte Blindleistung stellt ein genaues Äquivalent zu der elektrischen Blindleistung dar.

In allen elektrischen Maschinen und Apparaten sind magnetische Felder notwendig. Diese magnetischen Felder sind Träger einer bestimmten Energie und wechseln beim Wechselstrom ihre Richtung und Größe bei jeder Periode, d. h. aber, daß die Feldenergie zwischen dem Stromverbraucher (Motor, Magnet usw.) und dem Generator hin- und herpendelt. Diese pendelnde Feldenergie ist also ein Leistungsfluß, der sich gewöhnlich auf sämtliche übertragenden Organe erstreckt und an der eigentlichen Energieübertragung keinen Anteil hat. Sie ist eine Blindleistung und erfordert genau wie in der geschilderten Analogie eine Vergrößerung der Generatoren, größere Querschnitte der Leitungen, Erhöhung der Verluste und eine Vergrößerung des Spannungsabfalls der Leitungen. Sie bedeutet für die Kraftverteilungsnetze und die Stromerzeuger eine erhebliche, zusätzliche Beanspruchung, die die Ausnutzung der heute bestehenden Kraftwerke und Verteilungsnetze außerordentlich beschränken. Um vorzeitigen Erweiterungen der Kraftwerke und Errichtung neuer Leitungen vorzubeugen, sowie um eine Deckung der zusätzlichen Verluste durch Blindleistung zu erreichen, haben die Elektrizitätswerke Blindstromtarife eingeführt. Diese sollen einerseits erreichen, daß die Stromkäufer den Blindstromverbrauch mit den bekannten Mitteln nach Möglichkeit einschränken, oder wenn dies nicht möglich ist, daß die Elektrizitätswerke von den Stromkäufern für die Aufwendungen entschädigt werden, die sie zur Verbesserung des Leistungsfaktors oder für vorzeitige Neubauten aufwenden müssen.

Frage 20: Wie kommt es, daß in Deutschland der Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer, der doch zweifellos der betriebssicherste, feuersicherste und einfachste Motor ist, nur für kleine Leistungen verwendet wird, während in Amerika, wie mir aus meiner früheren Tätigkeit bekannt ist, dieser Motor bevorzugt wird, und vor allen Dingen für größere Leistungen bis zu 150 kW Verwendung findet?

Antwort 20: Der Grund liegt darin, daß in Deutschland die Anschlußbedingungen der öffentlichen Elektrizitätswerke

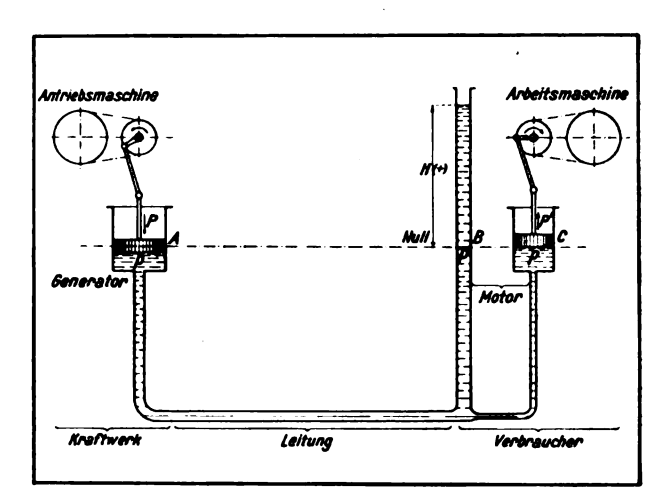


Bild 1. Hydraulische Energieübertragung.

TWL

bisher im allgemeinen nur kleinere Kurzschlußläufermotoren zulassen, und zwar mit Rücksicht auf den Stromstoß beim Anlauf, der vorübergehend die Gleichmäßigkeit der Spannung und damit der Helligkeit der angeschlossenen Glühlampen, namentlich bei kleineren Transformatoren, ungünstig beeinflußt.

Der Maximalwert dieses Stromstoßes ist bei einfachem Einschalten etwa der fünf- bis achtfache Nennstrom, dagegen bei der Stern-Dreieckschaltung nur der zweieinhalbfache Nennstrom. In der Stern-Dreieckschaltung erfolgt aber der Anlauf im Stern nur mit etwa $^1/_3$ des normalen Drehmomentes, „mit halber Last". Ist das Widerstandsmoment größer als $^1/_3$ des Normalmomentes, so läuft der Motor auch in Stern-Dreieckschaltung erst **nach** der Umschaltung auf Dreieck an, also auch in diesem Falle mit etwa fünf- bis achtfachem Nennstrom.

Es ist also erforderlich, zwei Aufgaben zu lösen:

1. Den Anlauf in Stern-Dreieckschaltung so zu gestalten, daß der Anker unter allen Umständen, also auch unter

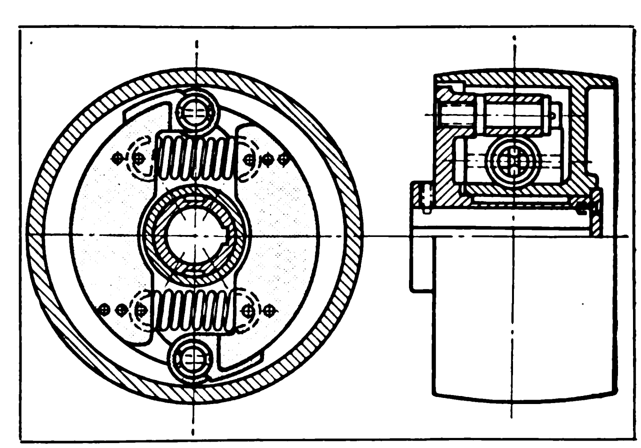


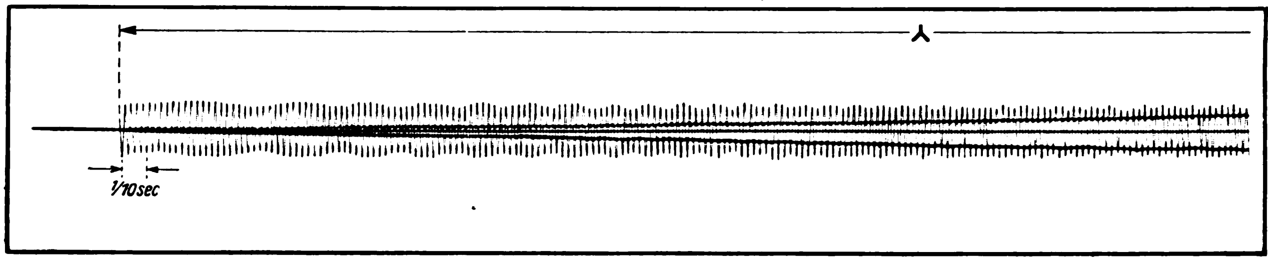
Bild 1. Mechanischer Anlasser für Drehstrommotoren.

TWL

Vollast, bereits in der Sternschaltung mit dem kleinen Stromstoß anläuft, und daß er trotzdem beim Anziehen das volle Drehmoment entwickelt, d. h. **bei Vollast anzieht.**

Digitized by Google





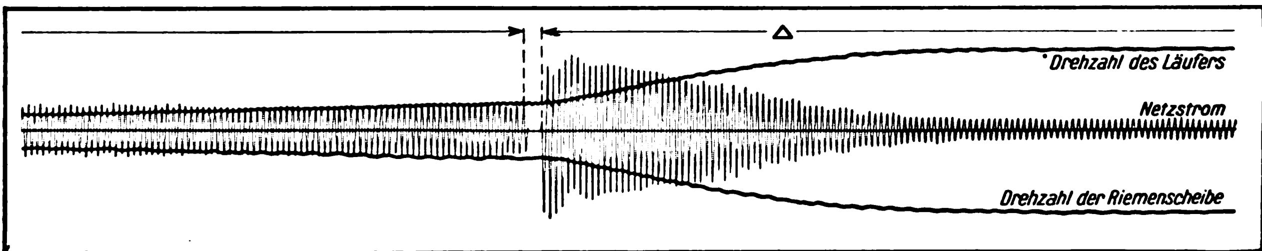


Bild 2. Anlauf in Stern-Dreieckschaltung ohne mechanischen Anlasser mit halber Last. *TWL*

2. Die Stärke des Stromstoßes so niedrig zu halten, daß er nicht mehr störend auf die Beleuchtung wirkt.

Beide Aufgaben löst der „mechanische Anlasser" der SSW dadurch, daß der Anlauf des Motors und das Anziehen des Motors zeitlich voneinander getrennt werden. Der Motor läuft zuerst vollständig leer an und erst dann, wenn er volles Drehmoment erreicht hat, faßt er die Arbeitsmaschine an und zieht die volle Belastung durch.

Noch in der Periode des Leerlaufs erfolgt das Umschalten von Stern auf Dreieck und gibt deshalb ebenfalls einen kleinen Stromstoß von kurzer Dauer, dessen Rückwirkung auf die Glühlichtbeleuchtung aber nicht empfindlich ist. Erst nach dem Umschalten auf Dreieck faßt der mechanische Anlasser die Riemenscheibe nach und nach an und bringt sie mit vollem Drehmoment in sanft ansteigender Beschleunigung auf volle Drehzahl.

Diese Arbeitsweise erzielt der mechanische Anlasser der SSW durch eine zweckmäßige Abstimmung der Fliehgewichte und des Gegenzuges eines Fliehkraftkupplers, der in die Riemenscheibe eingesetzt ist (Bild 1). Kurzschlußläufermotoren mit diesen mechanischen Anlassern können ohne Beeinträchtigung der Beleuchtung an öffentliche Elektrizitätswerke angeschlossen werden. Sie sind billiger als Schleifringankermotoren gleicher Leistung mit Anlaßwiderstand und vor allem billiger als gekapselte Schleifringankermotoren. Die Kapselung ist beim Kurzschlußankermotor auch in feuergefährlichen Räumen überflüssig.

Die Bilder 2 bis 4 zeigen den Anlauf eines Kurzschlußmotors R 81 n/1500, 380 V, Stern-Dreieck, 11,1 A, 5,5 kW, n = 1440 in Stern-Dreieckschaltung, und zwar Bild 2 ohne mechanischen Anlasser mit $^1/_2$ Normallast, Bild 3 ohne mechanischen Anlasser mit Vollast, Bild 4 mit mechanischem Anlasser mit Vollast belastet.

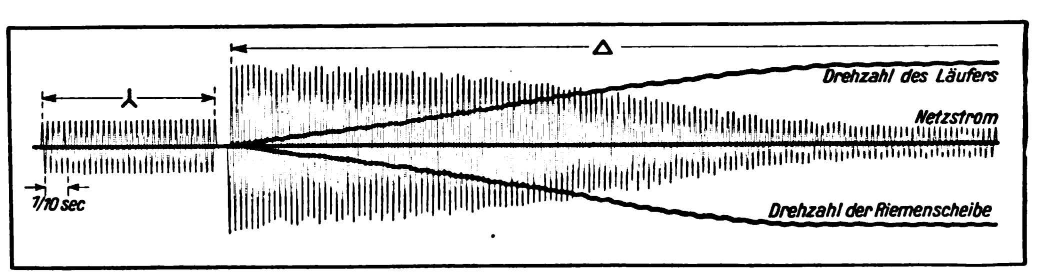


Bild 3. Anlauf in Stern-Dreieckschaltung ohne mechanischen Anlasser mit Vollast.

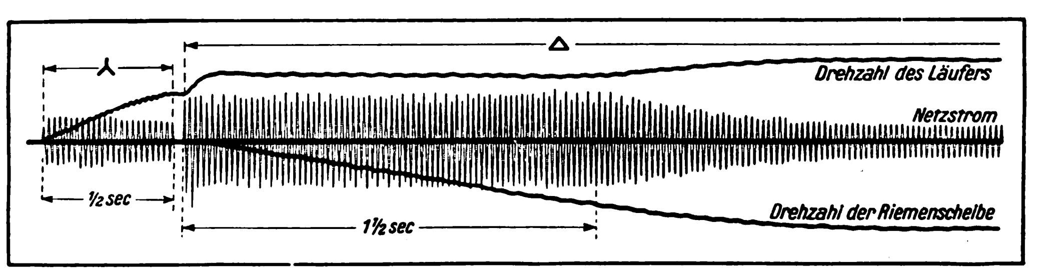


Bild 4. Anlauf in Stern-Dreieckschaltung mit mechanischem Anlasser mit Vollast. *TWL*

Es ist ersichtlich, daß ohne mechanischen Anlasser die Dauer des übermäßigen Stromstoßes (über 2,5 fachen Normalstrom) bei Halblast etwa $^1/_2$ Sekunde, bei Vollast fast eine Sekunde, dagegen mit mechanischem Anlasser nur eine unmerklich kurze Zeit andauert. Mit mechanischem Anlasser wirkt also der Stromstoß nicht mehr störend.

Digitized by Google

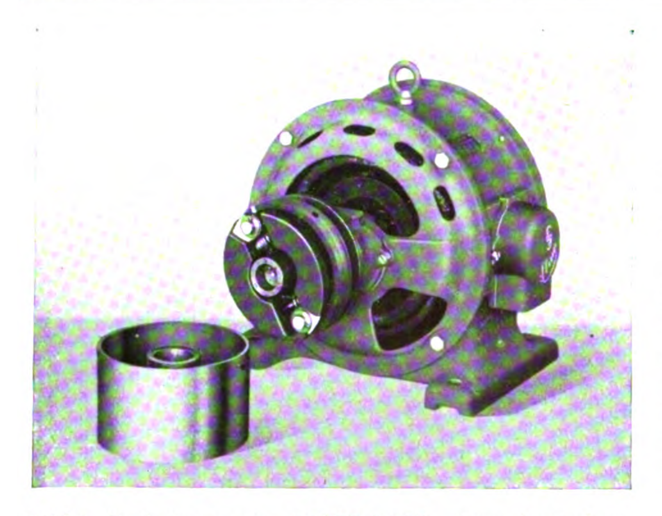


Bild 5. Drehstrommotor, 5,5 kW, 7,5 PS, mit mechanischem Anlasser (geöffnet).

TWL

Bild 5 zeigt einen Drehstrommotor 7,5 PS mit geöffnetem mechanischen Anlasser.

Der mechanische Anlasser bildet aber gleichzeitig auch eine mechanische Sicherung. Denn bei Überlastung der Arbeitsmaschine gibt die Kupplung alsbald nach, so daß keine bedenkliche mechanische Beanspruchung des Getriebes auftritt. Die Arbeitsmaschine kommt dann, so lange die Überlastung dauert, fast zum Stillstand. Diese mechanische Sicherung bildet eine wertvolle Ergänzung der elektrischen Sicherung durch Schmelzpatronen, Überstromschalter und Elmo-Sicherheitsschalter. Die geringe Höhe des Anlaufstromes gestattet auch eine feine Bemessung dieser elektrischen Sicherungen und erhöht dadurch auch die Sicherheit gegen elektrische Beschädigung des Motors. Die SSW bauen den mechanischen Anlasser listenmäßig zunächst für Motoren bis 7,5 kW[1]).

[1]) Die übrigen Anlaßverfahren für Drehstrommotoren mit Kurzschlußläufer sind in der „Siemens-Zeitschrift" 1924, Heft 2, Seite 63 zusammengestellt.

EINGESANDTE BÜCHER

(Ausführliche Besprechung einzelner Bücher vorbehalten.)

Die Isolierstoffe der Elektrotechnik. Vortragsreihe veranstaltet von dem Elektrotechnischen Verein, e. V. und der Technischen Hochschule, Berlin. Herausgegeben im Auftrage des Elektrotechnischen Vereins, e. V. Von Prof. Dr. H. Schering. 392 S., 197 Abbildungen. Verlag Julius Springer, Berlin 1924. — Preis: gebunden M 16,—.

Aus dem Inhalt: Theoretische Grundlagen von Prof. Dr. Karl Willi Wagner. Natürliche Isolierstoffe, Marmor, Schiefer, Asbest, Holz von Dr. K. Geisler. Glimmer und Glimmerprodukte von Dipl.-Ing. Richard Schröder. Keramische Isolierstoffe von Dr. W. Weicker. Preßstoffe, plastische Stoffe, Papier und Gespinste von Dr. A. Bültemann. Gummi, Guttapercha und Balata von H. Jaehn, Oberingenieur der Siemens-Schuckertwerke. Cellon-Lacke von Dr. A. Eichengrün. Das Mineralöl von Prof. Dr. F. Frank. Die Prüfung der Isolierstoffe von Prof. Dr. H. Schering.

Elektrotechnik (Starkstromtechnik). Eine Vorschule für Studierende, ein Lehr- und Nachschlagebuch für Praktiker aus allen Gebieten der Industrie. Von Dr.-Ing. e. h. M. Schenkel, Oberingenieur der Siemens-Schuckertwerke. 9. Auflage, neu durchgesehen und ergänzt. I. Teil: Die Grundlagen der Starkstromtechnik. 227 Seiten, 153 Abbildungen, 1923. — II. Teil: Die Praxis der Starkstromtechnik. 338 Seiten, 232 Abbildungen, 1924. Verlag J. J. Weber, Leipzig. Preis: I. Teil: gebunden M 3,50; II. Teil: gebunden M 6,50.

Dr. Schenkels „Elektrotechnik" (Starkstromtechnik) ist bei ihrer Neuauflage in zwei Teile, einen theoretischen (Grundlagen) und einen praktischen geteilt worden. Beide Teile sind den Lesern unserer Zeitschrift aus verschiedenen Gründen zu empfehlen. In erster Linie möchten wir erwähnen, daß der Verfasser, selbst mitten in der Praxis der SSW stehend, „weiß, worauf es ankommt". Er weiß nicht nur, welche Dinge ihres besonderen Interesses wegen behandelt werden müssen, sondern er weiß auch, wo in der Regel die Schwierigkeiten für das Verständnis liegen. Wer sich über eine schwierige elektrotechnische Frage im Zweifel ist, wird daher bei ihm Aufschluß bekommen, und zwar immer in einfacher, anschaulicher Weise. Mathematik wird in dem Buch wenig gebraucht. Dies gilt besonders, und das sei in zweiter Linie erwähnt, für die Darstellung der Faraday-Maxwellschen Anschauungen und ihrer praktischen Anwendungen. Zur Einarbeitung in die Grundlagen der Starkstromtechnik oder zu deren Auffrischung kann der erste Band ganz besonders empfohlen werden. Auf dem Gebiete des Elektromagnetismus sind die Faraday-Maxwellschen Anschauungen wenigstens in ihren einfacheren Formen (z. B. magnetischer Kreis) heute einigermaßen Allgemeingut geworden. Weniger kann man das vom Gebiete der elektrischen Felder und Ladungserscheinungen, also der Hochspannungstechnik, behaupten, wo die älteren Anschauungen noch viel in Gebrauch sind. Wer sich hier in den Gebrauch der Maxwellschen Anschauungen einleben will, dem seien die Abschnitte über die Elektrizität und über Schwingungen und Wanderwellen empfohlen. Wir wollen weiter noch erwähnen, daß auch die Grundlagen der Gasentladungen in einem besonderen Kapitel übersichtlich behandelt sind, auch wieder so, daß der Leser den Zusammenhang der noch neueren Elektronen-Theorie mit den Maxwellschen Anschauungen erfährt.

Vom zweiten, praktischen Teil dürfen unsere Leser nicht erwarten, daß er alle neuesten Fortschritte bringt. Das Buch befaßt sich, seinem Wesen als Lehrbuch entsprechend, nur mit den gesicherten oder doch einigermaßen durchgearbeiteten Ergebnissen der elektrotechnischen Praxis. Es bringt aber auch hier keine langweiligen Beschreibungen altbekannter Dinge, sondern sucht immer wieder die besonderen Gründe für die Ausgestaltung der Maschinen, Apparate und Einrichtungen zu erläutern und auf die Schwierigkeiten, die es dabei zu überwinden galt, hinzu-

Digitized by Google

weisen. Wie der Verfasser im Vorwort dieses Teiles sagt, will er die durch den ersten Teil vorbereiteten Grundlagen zuerst auf die in der Praxis vorkommenden einzelnen Apparate anwenden und dann weiter auf die besonderen Erscheinungen, die beim Zusammenarbeiten solcher Apparate und Maschinen, also in elektrischen Betrieben, auftreten. — Wir möchten noch erwähnen, daß das Buch auf den meisten Hochschulen eingeführt ist.

Grundzüge der Starkstromtechnik. Für Unterricht und Praxis. Von Dr.-Ing. K. Hoerner. 257 S., 319 Abb. Verlag Julius Springer, Berlin 1923. Preis: geheftet M 4,—, gebunden M 5,—.

Das Buch will all denen ein Führer sein, die sich vom Standpunkt technischer Praxis aus mit den Erscheinungen der Starkstromtechnik und ihren inneren Zusammenhängen vertraut machen wollen. Es wendet sich daher in erster Linie an die jungen Fachgenossen, die sich auf den technischen Beruf vorbereiten, sowie an diejenigen Ingenieure und Techniker, die bei ihrer Berufstätigkeit mit der Starkstromtechnik in Berührung kommen.

Aus dem Inhalt: Grundgesetze des Gleichstromkreises. Grundgesetze des Wechselstromes. Gleichstrommaschinen. Transformatoren. Wechselstrom-Synchronmaschinen. Asynchronmaschinen.

Jahrbuch der Elektrotechnik. Übersicht über die wichtigeren Erscheinungen auf dem Gesamtgebiet der Elektrotechnik. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen herausgegeben von Dr. Karl Strecker, XI. Jahrgang. Das Jahr 1922. 241 S. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1924. Preis: gebunden M 10,—.

Über 200 Bücher und Zeitschriften, darunter 53 fremdsprachliche, sind von einem Stab tüchtiger Mitarbeiter, denen je ein bestimmtes, ihnen naheliegendes Gebiet zugeteilt wurde, bearbeitet worden. Sinn und Aufgabe des Buches sieht der Herausgeber in möglichst weitgreifendem Bericht über die Ergebnisse und Vorkommnisse des abgelaufenen Jahres. Die Gesamtbände, die zum großen Teil noch lieferbar sind, bilden ein ausgezeichnetes Nachschlagewerk.

Die Gleichstrommaschine. II. Teil. Arbeitsweise und Prüfung. Sammlung Göschen, Bd. 881. Von Dipl.-Ing. Fr. Sallinger, Professor an der Höheren Württembergischen Maschinenbauschule Eßlingen. 121 Seiten, 69 Abbildungen. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig 1924. Preis: gebunden M 1,25.

Während der I. Teil (Siemens-Zeitschrift, Heft 2, 1924, Seite 67) in seinen drei Hauptabschnitten über Theorie, Konstruktion und Berechnung lediglich den inneren Aufbau der Gleichstrommaschine darstellt, werden in dem nun vorliegenden II. Teil die durch die Schaltung bedingten äußeren Eigenschaften entwickelt und mit der vielseitigen Verwendung der Gleichstrommaschine in Zusammenhang gebracht.

Anlaß- und Regelwiderstände. Grundlagen und Anleitung zur Berechnung von elektrischen Widerständen. Von Erich Jasse. Zweite, verbesserte und erweiterte Auflage. 177 Seiten, 69 Abbildungen. Verlag Julius Springer, Berlin 1924. Preis geheftet M 6,—, gebunden M 6,80.

Aus dem Inhalt: Die Erwärmung eines Körpers, der Aufbau des Widerstandes, Allgemeines über Anlasser, das stetige Anlassen, grobstufiges Anlassen bei Gleichstrommotoren, grobstufiges Anlassen bei Drehstrommotoren, Bremswiderstände, Feldregler für gegebene Erregerspannung und gegebenen Erregerstrom, Feldregler und Hauptstromregler für Motoren, der Feldunterbrecher, Materialkonstanten.

Ionen und Elektronen. Von Dr. H. Greinacher, Professor an der Universität Zürich. Abhandlungen und Vorträge aus dem Gebiet der Mathematik, Naturwissenschaft und Technik. Heft 9. 58 Seiten, 26 Abbildungen. Verlag und Druck von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1924. Preis geheftet M 1,60.

Aus dem Inhalt: Die Volumen-Ionisierung, Messung der Ionenströme, Eigenschaften der Ionen, die Oberflächen-Ionisierung, Gesetze frei bewegter Ionen und Verwendung der Elektronenröhren.

Die Diffusionsgaselektrode. Von Dr. Alfred Schmid, Basel. 57 Seiten, 19 Abbildungen. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1923. Preis geheftet M 1,80.

Sinusrelief und Tangensrelief in der Elektrotechnik. Von Fritz Emde, Dr.-Ing. e. h. der Technischen Hochschule Breslau, Ehrenbürger der Technischen Hochschule Karlsruhe, ordentl. Professor der Elektrotechnik und Vorstand des Elektrotechnischen Instituts an der Technischen Hochschule in Stuttgart. Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik. Heft 69, 108 Seiten, 18 Abbildungen. Verlag Fr. Vieweg & Sohn, Akt.-Ges., Braunschweig 1924. Preis: geheftet M 4,50.

Der Verfasser gibt in diesem Heft der Sammlung Vieweg eine Erweiterung der komplexen Rechnung. Er stellt die Funktion sin z und tg z, wobei z eine komplexe Zahl ist, durch Linien des konstanten Betrages und konstanter Richtung dar und gewinnt so Höhenschichtenkarten dieser Funktionen. Diese Darstellung ermöglicht es, mit zwei Karten für die Funktionen sin z, cos z, Cos z ± i Sin z und tg z, cotg z, i Tg z, i Cotg z auszukommen. Mit Hilfe dieser Reliefs und bei Einführung komplexer Phasenverschiebungsstrecken läßt sich für eine große Reihe von Aufgaben der Elektrotechnik eine anschauliche Darstellung gewinnen.

Emde entwickelt seine Methode an dem Problem der Berechnung von Fernleitungen von Wechselströmen, und zwar behandelt er sowohl die verlustfreie, als auch die mit Verlusten behaftete Leitung. Es werden eine Drehstromfreileitung von 1000 km Länge für 100 000 kW und 200 kV und ein Drehstromkabel von 200 km Länge für 10 kV behandelt. Weitere Anwendungen erstrecken sich auf die Berechnung der Wirbelströme in Ankerleitern und auf die Verteilung der magnetischen Induktion in Dynamoankern. Zum Schluß erläutert der Verfasser das Verhältnis zwischen komplexer Rechnung und Vektorenrechnung in der Ebene und weist auf die Vorzüge der


Digitized by Google

komplexen Rechnung hin. In einem Anhang wird die Ableitung der im Text gebrauchten Formeln gegeben.

Das vorliegende Heft dürfte wegen der klaren Darstellung der behandelten Aufgaben und insbesondere wegen der strengen Scheidung von Vektoren- und komplexer Rechnung für alle die lesenswert sein, welche der Anwendung der komplexen Rechnung bisher ablehnend gegenüberstehen.

Theoretische Telegraphie. Von Dr. Franz Breisig. Eine Anwendung der Maxwellschen Elektrodynamik auf Vorgänge in Leitungen und Schaltungen. 2. Auflage, 548 Seiten, 240 Abbildungen. Verlag Fr. Vieweg & Sohn, Akt.-Ges., Braunschweig 1924. Preis: geheftet M 26,—, gebunden M 28,—.

Zu den notwendigen Nebenwissenschaften des höheren Telegraphentechnikers gehört auch die theoretische Elektrizitätslehre; fast aus allen ihren Gebieten ergeben sich Anwendungen auf die Telegraphentechnik. Damit sich der Telegraphentechniker über die im Fortschritt der Technik auftretenden Fragen ein sicheres und selbständiges Urteil bilden kann, braucht er daher eine auf genügend breiter Grundlage aufgebaute Darstellung der Elektrizitätslehre; andererseits kann diese gegenüber den eigentlichen Aufgaben des Berufs nur als Hilfswissenschaft angesehen werden. Aus dieser Lage ergibt sich die Notwendigkeit eines Buches, das grundsätzlich das ganze Gebiet umfaßt, während es in der Ausführung diejenigen Fragen besonders eingehend behandelt, die für die Telegraphentechnik am wichtigsten sind.

Aus dem Inhalt: Grundbegriffe und Rechnungsweisen. Das ruhende elektrische Feld. Stationäre Felder. Quasistationäre Felder. Elektrische Schwingungen in Kondensatorkreisen. Andauernde elektrische Schwingungen. Fortpflanzung elektrischer Wellen auf Leitungen. Fortpflanzung andauernder Sinusströme auf Leitungen. Fortpflanzung von Stromstößen auf lange Leitungen, Ausbreitung der elektromagnetischen Energie.

Die Fernsprechanlagen mit Wählerbetrieb. (Automatische Telephonie.) Von Dr. Ing. Fritz Lubberger, Oberingenieur der Siemens & Halske A.-G., Berlin. 2. Auflage, 200 Seiten, 120 Abbildungen, Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1924. Preis: geheftet M 7,50, gebunden M 9,—.

Das Buch hat lehrbuchartigen Charakter, um Anfängern das Eindringen in den sehr weit ausgedehnten Zweig der Fernmeldetechnik zu erleichtern. Die Darstellung beginnt mit der Aufstellung der Grundforderungen für alle Systeme mit Angabe der Lösungen. Daran schließt sich eine technische und wirtschaftliche Kritik. Dann folgen die zusätzlichen Forderungen, wie Zählung, Nebenstellen, Fernbetrieb usw. In einem Anhang ist das System der Siemens & Halske A.-G. vollständig beschrieben. Andere Systeme sind nur in den Grundzügen dargestellt. Ein ausführliches Literaturverzeichnis ermöglicht es aber dem Leser, die ihm besonders wichtig erscheinenden Quellen zu finden.

Das kleine Radiobuch. Volkstümliche Darstellungen von Dr. Johannes Lorenz. 64 Seiten, 25 Abbildungen. Verlag Dieterichsche Verlagsbuchhandlung in Leipzig, 1924. Preis geheftet M 1,50.

Die neuesten Verfahren und Apparate werden hier kurz und bündig in Wort und Bild geschildert, ihre Beziehungen und Wirkungen zu- und aufeinander erläutert und dem Leser ein klarer Einblick in das gesamte Radiowesen in kürzester und doch hinreichender Form vermittelt. Das Büchlein ist der Niederschlag der Rednertätigkeit des Verfassers, der sich die endgültige Wirkung des gesprochenen Wortes auch als Buch gewahrt hat und mit Weglassung alles Überflüssigen dem Leser gerade das sagt, was er über das Radiowesen wissen muß.

Taschenbuch für den Maschinenbau. Bearbeitet von Professor Dr.-Ing. H. Baer, Breslau; Professor H. Dubbel, Berlin; Dr. G. Glage, Berlin; Dipl.-Ing. W. Gruhl, Berlin; Dipl.-Ing. R. Hänchen, Berlin; Ing. O. Heinrich, Berlin; Dr.-Ing. M. Krause, Berlin; Regierungsbaumeister Fr. Krauß, Eßlingen; Professor Dr.-Ing. Fr. Oesterlen, Hannover; Professor Dr. A. Schiebel, Prag; Professor E. Toussaint, Berlin; Dipl.-Ing. H. Winkel, Berlin; Dr.-Ing. K. Wolters, Berlin. Herausgegeben von Professor H. Dubbel, Ingenieur, Berlin. Vierte, erweiterte und verbesserte Auflage. Zwei Bände. 858 + 870 Seiten. 2786 Abbildungen. Verlag Julius Springer, Berlin 1924. Preis gebunden M 18,—.

Eine auch nur oberflächliche Durchsicht der soeben erschienenen vierten Auflage des Dubbelschen Taschenbuches für den Maschinenbau erklärt die Gründe für die steigende Beliebtheit dieses Werkes. Übersichtliche Anordnung des Stoffes, sichere Auswahl des Wesentlichen, knappe aber niemals unklare Darstellung, reiches Figurenmaterial — bei dessen Herstellung die Bearbeiter keine Mühe, der Verlag keine Kosten gescheut hat—sind Vorzüge, die das vorliegende Taschenbuch weit über gleichartige Werke emporheben und ihm seinen Platz ebensowohl in den Hörsälen der Technischen Hochschulen als auf den Arbeitstischen der praktisch schaffenden Konstrukteure verschafft haben.

Bei bekannter vortrefflicher Ausstattung bezüglich Druck, Papier und Einband hat die neue Auflage insofern äußerlich gewonnen, als das Werk nunmehr in zwei genau gleichstarken Bänden erscheint, was durch Verlegung des Kapitels „Maschinenteile" in den ersten die grundlegenden Wissenschaften enthaltenden Band erreicht wurde. Band I umfaßt: Mathematik, Mechanik, Reinigung der technischen Gebrauchswässer, Brennstoffe und ihre technische Verwertung, Stoffkunde, Maschinenteile. Bei einem Vergleich dieser Kapitel mit denen der dritten Auflage tritt überall das ernstliche Streben der Bearbeiter hervor, die Darstellung dem neuesten Stand der technischen Wissenschaften anzupassen. So enthält der theoretische Teil — was aber nur als ein Beispiel von vielen erwähnt werden soll — eine Einführung in die Nomographie und nomographische Lösungen quadratischer Gleichungen. Belebt wird dieser theoretische, leicht der Erstarrung anheimfallende Teil durch zahlreiche Beispiele, die nicht nur dem Nachschlagenden das rasche Einarbeiten in fremd gewordene Gebiete erleichtern, sondern auch durch ihre Wahl aus dem praktischen Maschinenbau die im zweiten Band zu findende Behandlung der einzelnen Fachgebiete vertiefen.

Digitized by Google

Als neuer Mitarbeiter tritt in Band I Professor Dr. Schiebel, Prag, auf, der auf kleinem Raum klar und faßlich das ganze Gebiet der Verzahnungen und Zahnradkonstruktionen, auf dem er mit Recht als Autorität gilt, dargestellt hat. Die Ausführungen über „Sonderverzahnungen" dürften besonderes Interesse finden.

Band II enthält: Dampferzeugungsanlagen, Kraft- und Arbeitsmaschinen mit Kolben- und rotierender Bewegung, Abwärmeverwertung, Schwungräder und Regulatoren, Kondensation, Rohrleitungen, Hebe- und Fördermittel, Werkzeugmaschinen und Elektrotechnik.

Hier sind als neue Mitarbeiter zu erwähnen: Professor Dr. Oesterlen, Hannover, der das schwierige Kapitel „Wasserturbinen" meisterhaft behandelt hat, Regierungsbaumeister Krauß, Eßlingen (Pumpen) und Professor Dr. Baer, Breslau (Turbokompressoren). Ausführungen über Ruths-Speicher, Schwingdaumen, Banki-Turbine, Flachregler, Massenförderung u. a. m. zeigen, daß auch dieser Band völlig auf der Höhe ist. Die prächtige Wiedergabe der nach besten Konstruktionen angefertigten Figuren kommt hier besonders zur Geltung; viele Abbildungen können dem Ingenieur unmittelbare Unterlagen für seine Konstruktionen geben.

Mit Genugtuung kann man feststellen, daß der große Ruf, den sich das Dubbelsche Taschenbuch durch seine hervorragenden Beiträge, seine Zuverlässigkeit, seine vorzügliche Ausstattung so rasch erworben hat, durch die neue Auflage nur erhöht wird.

Die landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte. Von Karl Walther, Dipl.-Ing. und Patentanwalt in Berlin. III. Die Maschinen zur Körner- und Samengewinnung, zum Bergen und Pressen von Heu, Stroh u. dgl. und zur Futterbereitung. Antriebsmaschinen. 135 Seiten, 79 Abbildungen. Zweite, neubearbeitete Auflage. Sammlung Göschen. Band 409. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig 1924. Preis gebunden M 1,25.

Die Aufgabe dieses III. Bandes ist es, alle diejenigen Maschinen zu betrachten, welche die abgeernteten Produkte in marktfertige Waren umwandeln oder den verschiedenen Gebrauchszwecken entsprechend verarbeiten.

Praktisches Maschinenzeichnen mit Einführung in die Maschinenlehre. Von Richard Schiffner, Oberingenieur in Warmbrunn. Vollständig neu bearbeitet von Dr.-Ing. W. Tochtermann, Professor an der höheren Maschinenbauschule Eßlingen.

Bd. I: Das Maschinenzeichnen, Zeichnen nach Vorlage und Zeichnen nach Modell.

Bd. II: Die wichtigsten Maschinenteile in zeichnerischer und konstruktiver Hinsicht.

Sammlung Göschen: Bd. 589 = Bd. I, 148 S., 68 Tafeln.
" " Bd. 590 = Bd. II, 141 S., 61 Tafeln.
Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig 1923. — Preis: je Band M 1,25 (gebunden).

Das eigentliche Maschinenzeichnen ist in Band I zusammengefaßt und in sich abgeschlossen. Der II. Band behandelt die Anwendungen auf die wichtigsten Maschinenteile mit gleichzeitigem Hinweis auf die konstruktiven Merkmale und Erfordernisse, stellt also damit zugleich eine Einführung in die Maschinenlehre dar. Das Buch will eine regelmäßige Schule des Maschinenzeichnens sein, geeignet zum Selbststudium, das keine Kenntnisse voraussetzt, und auch als gern benutztes Hilfsmittel für Lehrer und Schüler technischer Lehranstalten.

Maschinenmeßkunde. Von Dr.-Ing. L. Zipperer in Essen a. R. 116 S., 98 Abbildungen, Sammlung Göschen, Bd. 880. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig 1924. — Preis: gebunden M 1,25.

Das Buch ist als Vorstufe gedacht für das grundlegende Werk von Gramberg und gibt daher nur die Grundzüge der bei Messungen an Maschinen vorkommenden Verfahren. Einige Beispiele von Leistungsermittlungen zeigen die Anwendung der Verfahren und ihre zahlenmäßige Ausführung. Die Meßgeräte selbst sind nur schematisch wiedergegeben, um ihre Wirkungsweise klarer erkennen zu lassen.

In erster Linie als Hilfsbuch für die Vorlesungen und die Übungen bestimmt, dürfte es jedoch auch dem jungen Maschinenbauer gute Dienste beim Selbststudium leisten.

Elementarmathematik und Technik. Eine Sammlung elementar-mathematischer Aufgaben mit Beziehungen zur Technik. Von Rudolf Rothe, Dr. phil., ordentlicher Professor an der Technischen Hochschule Berlin. Mathematisch-physikalische Bibliothek. Herausgegeben von W. Lietzmann und A. Witting. Band 54. 52 Seiten, 70 Abbildungen. Verlag und Druck von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1924. Preis geheftet M 1,80.

Die Aufgaben entstammen zum größten Teil unmittelbar den technischen Gebieten oder sie stehen in der Form der Fragestellung und der Art der Lösung dem Gedankenkreise der Technik nahe. Es sind nicht „eingekleidete" Aufgaben, wie man die oft seltsamen am Schreibtisch ausgeheckten Tüfteleien zu bezeichnen pflegt, die unseren Spott herausfordern, der Wertschätzung des mathematischen Unterrichtes nicht immer dienlich sind, jedenfalls mit angewandter Mathematik nichts zu tun haben. Einige Beispiele aus dem reichen Inhalt: Wechselstromkurven, Kurbelgetriebe, Riementrieb, Durchhangsparabel, Kabelkran, Planetengetriebe, Herstellung von Skalen, Durchbiegung der Sperrmauer einer Talsperre.

Die Entwicklung der Diffusions-Luftpumpe. Von W. Gaede. Sonderabdruck aus „Zeitschrift für technische Physik", 1923. Heft 10. 32 Seiten, 35 Abbildungen. Verlag Joh. Ambrosius Barth, Leipzig 1924. Preis geheftet M 2,40.

Ruhmesblätter der Technik. Von den Urerfindungen bis zur Gegenwart. Von Franz Marie Feldhaus. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Band I. 292 Seiten, 224 Abbildungen und mit einem Bildnis von Leonardo da Vinci. Verlag Friedrich Brandstetter, Leipzig 1924. Preis geb. M 9,–.

Maschinen zum Zeitmessen. Wasserräder und Wasserturbinen. Perpetua mobilia. Wärmekraft. Dampfkraft. Gasmaschinen. Elektrizität. Fuhrwerke. Bahnen. Kraftwagen. Wasserfahrzeuge. Kompasse.

Digitized by Google

Die physikalischen und chemischen Grundlagen des Eisenhüttenwesens. Chemische Technologie in Einzeldarstellungen. Herausgeber Prof. Dr. A. Binz, Berlin. Spezielle Chemische Technologie. Von Walter Mathesius, Professor an der Technischen Hochschule Berlin. Zweite, umgearbeitete Auflage, 483 S., 157 Abbildungen. Verlag Otto Spamer, Leipzig 1924. — Preis: geheftet M 27,—, gebunden M 30,—.

Die Bedeutung, welche die Eisenindustrie sich im Laufe der Jahre unter den vaterländischen Industrien errungen hat, und die tiefgehende Ausgestaltung, die besonders in den beiden letzten Jahrzehnten die im Eisenhüttenwesen angewandten chemischen Vorgänge erfahren haben, läßt es wünschenswert erscheinen, in dem vom Herausgeber der „Chemischen Technologie" in Angriff genommenen, in Einzeldarstellungen gegliederten Werke auch eine Sonderdarstellung des Eisenhüttenwesens zu geben, bei der unter Berücksichtigung der Ziele des Gesamtwerkes das Hauptgewicht auf eine möglichst sorgfältige Behandlung der chemischen Vorgänge zu legen war, während die Schilderung der konstruktiven Einrichtungen des Eisenhüttenwesens hierbei nur soweit Berücksichtigung zu finden hatte, als dies für die Erläuterung der chemischen Vorgänge unumgänglich erforderlich schien.

Aus dem Inhalt: Physikalische und chemische Gesetze und Erfahrungstatsachen. Die Brennstoffe. Die Erzeugung von Roheisen. Die Erzeugung von Flußeisen. Eisen- und Stahlgießerei.

Europäisches Rußland und die Randstaaten. Maßstab 1 : 4500000, mit vollständigem Ortsregister, 14 Nebenkarten, wirtschaftlichen und statistischen Angaben. Flemmings Generalkarten, Universal-Ausgabe Nr. 32. Verlag Carl Flemming und C. T. Wiskott A.-G., Berlin. Preis: M 3,—.

Die mit einem Ortsregister versehene Karte in der Größe von 71×90 cm veranschaulicht die heutige Grenze und Inneneinteilung nach neuestem amtlichen russischen Material. Neben fast 5000 Ortsnamen sind die wichtigsten Verkehrswege, Bergwerke usw. eingetragen. 14 Nebenkarten und Statistiken unterrichten über russische Geschichte, Umfang und Einteilung des alten Rußland, sowie die Einteilung der Sowjet-Republiken, Völkerschaften, deutsche Siedlungen, Klima und Niederschläge, Bodenschätze und Industrie, Handel und Verkehr, Münzen, Maße und Gewichte.

Allgemeine Volkswirtschaftslehre. Von Robert Liefmann. 95 Seiten. Verlag und Druck von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1924. Preis geheftet M. 2,20.

Das kleine Werk ist für weitere Kreise bestimmt, für alle, die in möglichst gedrängter Form einen Einblick in die heutige Organisation des Wirtschaftslebens und Verständnis für seine grundlegenden Prinzipien gewinnen wollen.

Der Verfasser hat versucht, eine streng systematische Darstellung unter Weglassung alles weniger Wichtigen zu geben. Sie beschränkt sich auf die eigentliche Aufgabe der theoretischen Nationalökonomie, die Erklärung der Organisation des Tauschverkehrs, bringt daher manches nicht, was in den bisherigen Lehrbüchern enthalten ist, aber damit nicht im Zusammenhang steht (z. B. über Bevölkerung, Boden usw.), enthält aber auch manches, was in jenen fehlt, so über die Kapitalisierung, die Bedeutung der Steuern für den Tauschverkehr, über Spekulation usw. Die Schrift will ohne jede Tendenz ausschließlich der Wahrheit dienen.

Aus dem Inhalt: Grundlagen der Wirtschaft, Grundlagen des Tauschverkehrs, die Erwerbswirtschaften und Erwerbstätigkeiten, Einrichtungen für den Tauschverkehr, die Regelung des Tauschverkehrs, Entwicklung und Aufgabe der Wirtschaftswissenschaft.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

ELEKTROMASCHINENBAU

Die Bestrebungen und Grenzen der neuzeitlichen Elektrotechnik. J. Lévy. „Technique Moderne", 16. Bd., 1. April 1924, 7, S. 213—20, 12 Abb. (Leistungen des französischen Elektromaschinenbaues: 8000 kVA, 50 Per., 500 Umdr.-Wechselstromgenerator, selbsttätiger Spannungsregler, dreipolige Schalter für 150000 V, einpolige Streckenschalter für 150000 V, Öltransformatoren von 27000 bis 100000 V, Überspannungsschutz, Anordnung der Freileitungen, Einankerumformer für Bahnzwecke.)

Die Induzierung der EMK in einem eisengeschlossenen Transformator. G. Benischke. „Elektrotechn. u. Maschinenbau" (Wien), 42. Jg., 6 April 1924, 14, S. 210—11, 5 Abb. (Es wird gezeigt, daß sich die Induzierung in jedem Fall auf das Schneiden der Kraftlinien zurückführen läßt.)

Die Überbrückung des Zwischenraumes beim Induktionsvorgang. Dr. R. Hiecke. „Elektrotechn. u. Maschinenbau" (Wien), 42. Jg., 6. April 1924, 14, S. 212 bis 14. (Theoretische Entwicklung)

Die Kommutierung an Gleichstrommaschinen bei sehr kleiner Umfangsgeschwindigkeit. Prof. C. Schenfer. „Elektrotechnik und Maschinenbau" (Wien), 42. Jg., 4. Mai 1924, 18, S. 273/75, 6 Abb. (Die Größe des Übergangswiderstandes der Bürsten hat einen großen Einfluß auf die Form der Kurzschlußstromkurve und hängt von der Bürstenbreite, Stromstärke und der mechanischen Eigenschaft des Bürstenhalters ab. Die aktive Bürstenbreite ist praktisch immer kleiner als die wirkliche Bürstenbreite, und als Ursache dafür kann außer der Funkenbildung auch ein schlechtes Anpassen der Bürsten, das von den unvollkommenen Eigenschaften des Bürstenhalters abhängt, gelten.)

DAMPFKRAFTWERKE

Das Kraftwerk der englischen Weltreich-Ausstellung. „Engineering", 117. Bd., 21. März 1924, 3038, S. 363—64, 6 Abb.; 28. März 1924, 3039, S. 387—91, 11 Abb. (Eingehende Beschreibung der Dampfkessel und ihre Einrichtung: Bekohlung, Entaschung usw. 1500 kW-Turbogenerator und Konstruktionsangaben.)

Digitized by Google

Neuzeitlicher Kraftwerkbetrieb. „Engineering", 117. Bd., 28. März 1924, 3039, S. 403—04. (Vergleich zwischen englischen und amerikanischen Kraftwerken.)

Das Laxton-Kraftwerk der Penn Central Light and Power Company. A. Iddles. „Power", 59. Bd., 15. April 1924, 16, S. 592/99, 11 Abb. (Das Kraftwerk ist unmittelbar am Fundort der Kohle errichtet und soll nach vollständigem Ausbau 100000 kW leisten. Die Kessel sind mit Economisern ausgerüstet, die Niederdruckverdampfer und die Hilfsantriebe werden eingehend beschrieben.)

FEUERUNGSTECHNIK

Wirtschaftlicher Kesselhausbetrieb. „Technique Moderne", 16. Bd., 1. April 1924, 7, S. 264—65, 2 Abb. (Kesselstaubfeuerung im Kraftwerk von Anzin.)

Kesselhausbetrieb. J. Bruce. „Electrical Review" (London), 94. Bd., 11. April 1924, 2420, S. 564—66, 4 Abb. (Untersuchung der Betriebskosten.)

WASSERKRAFTWERKE

Das Wasserkraftwerk der großen Seen in Tasmanien. „Engineering", 117. Bd., 21. März 1924, 3038, S. 355—57, 6 Abb. (Die zur Verfügung stehende Kraftmenge erreicht 400000 PS.)

Pelton-Turbine von 10000 PS. „Technique Moderne", 16. Bd., 1. April 1924, 7, S. 268, 2 Abb. (Kurze Angaben über den konstruktiven Aufbau der für das Kraftwerk von Miegebat der französischen Südbahn bestimmten Turbinen.)

KRAFTÜBERTRAGUNG

Leitungsmaterial. A. Curchod. „Rev. Gén. de l'Electricité", 15. Bd., 29. März 1924, 13, S. 539—50, 14 Abb. (Beschreibung der auf der französischen Ausstellung für Physik und drahtlose Telegraphie ausgestellten Freileitungsmaterialien: Isolatoren, Befestigungsvorrichtungen, die verschiedenen Arten von Montagen.)

Lastenheft für die Lieferung von Eisenbetonmasten. „Rev. Gén. de l'Electricité", 15. Bd., 15. März 1924, 11, S. 473—76. (Einzelheiten über das französische Lastenheft.)

Über einige allgemeine Eigenschaften der von Wechselströmen durchflossenen Netze. C. Ravut. „Rev. Gén. de l'Electricité", 15. Bd., 8. März 1924, 10, S. 405—13, 1 Abb. (Die verschiedenen Koeffizienten der charakteristischen Funktion der Stromstärken werden durch den Versuch ermittelt, und es wird gezeigt, daß eine charakteristische Funktion des Spannungsabfalles besteht, die ebenfalls durch den Versuch festgelegt werden kann, mit deren Hilfe die Resonanzschwingungen des Netzes sich bestimmen lassen.)

Das Auffinden von fehlerhaften Isolatoren. C. E. Bennett. „Electrical World", 83. Bd., 12. April 1924, 15, S. 711/15, 7 Abb. (Vorrichtung zum Untersuchen der Leitungen unter Strom, Betriebsergebnisse und Beschreibung.)

KRAFTVERTEILUNG

Ein- und Abschalten eines Hochspannungskabels mit einem Ölschalter. J. Fallou. „Rev. Gén. de l'Electricité", 15. Bd., 15. März 1924, 11, S. 468—72, 6 Abb. (Bericht über Versuche, aus denen hervorgeht, daß beim Einschalten keine anormale oder zum mindesten keine gefährliche Überspannung auftritt, während es sich beim Abschalten zeigte, daß zu Beginn des Ausschaltens während 0,02—0,03 Sek. ein Lichtbogen entsteht, der Stromschwingungen von hoher Frequenz bildete. Dieser Bogen verlöscht in dem Augenblick, bei dem der primäre Strom durch 0 geht, und er wird ersetzt durch eine Reihe von Neuzündungen, die gefährliche Überspannungen zur Folge haben können.)

GLEICHRICHTER

Allgemeines Berechnungsverfahren für Quecksilberdampfgleichrichter. M. Demontvignier. „Rev. Gén. de l'Electricité", 15. Bd., 22. März 1924, 12, S. 493—99, 1 Abb. (Es wird ein allgemeines Berechnungsverfahren aufgestellt und einfache Annäherungsformeln für den Spannungsabfall des Gleichrichters und die Schwingungen des gleichgerichteten Stromes werden gegeben.)

Die Verwendbarkeit von Edelgasgleichrichtern in der Schwachstromtechnik. K. Lorenz. „Elektrotechn. u. Maschinenbau" (Wien), 42. Jg., 16. März 1924, 11, S. 157—60, 7 Abb. (Es wird gezeigt, daß auch der aus Starkstromnetzen entnommene Wechselstrom mit Hilfe von Glimmlichtgleichrichtern in geeigneter Schaltung allen Anforderungen der Schwachstromtechnik entspricht.)

BELEUCHTUNG

Fortschritte der Heizung und Beleuchtung von gewerblichen Gebäuden. E. Casedamont. „Technique Moderne", 16. Bd., 1. April 1924, 7, S. 208—12, 11 Abb. (Kombinierte Beleuchtungs- und Heizungsanlage, Werkstättenheizung durch Abgase, Temperaturausgleicher, elektrische Beheizung.)

Straßenbeleuchtung. W. J. Liberty. „Electrical Review" (Ldn), 94. Bd., 28. März 1924, 2418, S. 492—93. (Zweckmäßige Anordnung der Lampenabstände, Erfahrungen in London.)

Die Beleuchtung von gewerblichen und industriellen Räumen. J. Lynn. „Génie Civil", 84. Bd., 3. März 1924, 18, S. 417—20, 9 Abb. (Untersuchung der physikalischen Einwirkungen der Lichtstrahlen, Auswahl der zweckmäßigsten Lampenart für die verschiedenen Verwendungszwecke.)

VERKEHRSWESEN

Übersicht in der Betriebsführung der Verkehrsabteilung. „Electric Railway Journal", 63. Bd., 29. März 1924, 13, S. 491—94, 3 Abb. (Mit Hilfe von Karteikarten, deren Anordnung im einzelnen gegeben wird, läßt sich die Zusammenarbeit der verschiedenen Untergruppen der Verkehrsabteilung leicht untersuchen.)

Reiseeindrücke über Wasserkraftausnutzung und Bahnelektrisierung in der Schweiz. P. Dittes. „Elektrotechnik u. Maschinenbau" (Wien), 42. Jg., 23. März 1924, 12, S. 177—89, 21 Abb. (Es werden die bis jetzt bestehenden hauptsächlichsten Kraftwerke der Schweiz beschrieben und die zur Elektrisierung erforderlichen Einrichtungen und Lokomotiven näher erörtert.)

Elektrische Lokomotiven für die südafrikanischen Staatsbahnen. E. Gysel. „Schweiz. Bauztg.", 83. Bd., 8. März 1924, 10, S. 115—16, 2 Abb. (B-B-Lokomotive mit 4 Gleichstrom-Motoren von je 300 PS, gebaut von Winterthur und Vickers.)


Digitized by Google

Personen- und Güterzuglokomotiven für die mexikanischen Eisenbahnen. G. H. Walker. „General Electric Review", 27. Bd., April 1924, 4, S. 272—77, 9 Abb. (3000 V-Gleichstrom-Lokomotive, genaue Beschreibung des mechanischen und elektrischen Teiles.)

Die Entwicklung der Londoner Untergrundbahn. „Engineering", 117. Bd., 25. April 1924, 3043, S. 561. (Die Erweiterungsbauten der Londoner Untergrundbahn: baulicher Teil, elektrische Signalanlagen, kurze Angaben über das rollende Material.)

Die Schüttelschwingungen elektrischer Lokomotiven mit Stangenantrieb. Dr. A. Winkler. „Elektrotechnik und Maschinenbau" (Wien), 42. Jg., 20. April 1924, 16, S. 241—48, 5 Abb.; 27. April 1924, 17, S. 261—65, 2 Abb. (Das massenreiche Parallelkurbelgetriebe nach dem gegenwärtigen Stande von Theorie und Erfahrung. Das ideale Parallelkurbelgetriebe als System mit unveränderlicher Richtkonstante. Die veränderliche Richtkonstante als Kriterium der Störungen des idealen Getriebezustandes. Die freien und erzwungenen Schwingungen harmonischer, quasi- und pseudoharmonischer Art. Getriebefederung. Die Dämpfung von Systemen mit starrer Geschwindigkeitscharakteristik. Rechentafel. Nachrechnung einiger ausgeführter Lokomotiven mit besonderer Berücksichtigung von Getriebefederung und Dämpfung.)

SCHWEISSEN

Die neuere Entwicklung der elektrischen Schweißmaschine. Dr. A. Neuburger. „Elektrotechn. u. Maschinenbau" (Wien), 42. Jg., 6. April 1924, 14, S. 214—19, 7 Abb. (Beschreibung ausgeführter Schweißmaschinen der „Gefei" und der „AEG".)

Das Schneiden von großen Arbeitsstücken mit dem neuen Sauerstoff-Wasserstoffgebläse. „Iron Trade Review", 74. Bd., 24. April 1924, 17, S. 1108, 2 Abb. (Erforderliche Apparatur für Schneidarbeiten an großen Stahlgußstücken.)

WERKBESCHREIBUNGEN

Die Phönix-Telephonwerke. „Electrical Review" (Ldn.), 94. Bd., 11. April 1924, 2420, S. 595, 2 Abb. (Kurze Angaben über die neuen Werkanlagen der Phönix Telephone and Electric Works Ltd.)

MESS- UND PRÜFTECHNIK

Das Messen der elektrolytischen Ströme im Erdreich. B. A. Williamson. „Electric Railway Journal", 63. Bd., 29. März 1924, 13, S. 503—05, 4 Abb. (Es werden zwei neue Meßverfahren vorgeschlagen, die sich im Betriebe gut bewährt haben.)

Neuer Präzisionsleistungszähler. „Electrician", 92. Bd., 7. März 1924, 2390, S. 292 u. 295, 3 Abb. (Mehrphasen - Präzisions - Leistungszähler für 50 Amp. und 650 V.)

SCHIFFBAU

2000 PS - Schiffsölmotor. „Engineer", 137. Bd., 25. April 1924, 3565, S. 451—52, 4 Abb. (Konstruktive Einzelheiten.)

Die Verwendung der Dampfturbine zum Antrieb der Hilfsmaschinenen auf Schiffen. R. W. Allen. „Engineer", 137. Bd., 25. April 1924, 3565, S. 455 bis 57, 1 Abb. (Allgemeine Vorteile der Turbinen, die Turbinen können Verwendung finden zum Antrieb der Generatoren, der verschiedenen Pumpen, der Ventilatoren; Anpassungsfähigkeit der Turbinen an die allgemeine Maschinenordnung im Kesselraum.)

STOFFKUNDE

Transformator - Ölprüfeinrichtungen. „World Power", 1. Bd., April 1924, 4, S. 249—51, 3 Abb. (Ortsveränderliche Prüfeinrichtung der englischen Firma Johnson und Phillips Ltd.)

Die in der Elektrotechnik angewandten Rohstoffe. A. Curchod. „Rev. Gén. de l'Electricité", 15. Bd., 15. März 1924, 11, S. 457—67, 8 Abb. (Die auf der französischen Ausstellung für Physik und drahtlose Telegraphie von den Sonderfirmen ausgestellten Rohstoffe: Elektrolyteisen, Magnetstahl, verschiedene Stahllegierungen, Isoliermaterialien: Bakelit, Ebonit, Isolit, Quarz, Selen und Marmor.)

Lacke in der Elektroindustrie. R. D. Flemming. „World Power", 1. Bd., März 1924, 3, S. 149—57; April 1924, 4, S. 234—40, 6 Abb. (Die zur Lackherstellung benutzten Rohstoffe und ihre physikalischen Eigenschaften; die gebräuchlichsten Herstellungsverfahren.)

NACHRICHTENÜBERMITTLUNG

Die Telephonanlagen in China. H. A. Fleet. „Electrical Review" (Ldn.), 94. Bd., 4. April 1924, 2419, S. 539—50, 5 Abb. (Allgemeine Beschreibung des Telephonamtes von Tientsin.)

Die drahtlose Telegraphie im Polizeidienst. „Electrician", 92. Bd., 14. März 1924, 2391, S. 318—19, 5 Abb. (Einzelheiten über die drahtlosen Einrichtungen des Londoner Polizeipräsidiums.)

ELEKTROCHEMIE

Elektrolytische Sauerstoff- und Wasserstoffgewinnung. „Electrical Review" (Ldn.), 94. Band, 11. April 1924, 2420, S. 572—73, 5 Abb. (Einzelheiten über die Knowles-Säulenzellen.)

RÖNTGENTECHNIK

Neuzeitliche Fortschritte in der Röntgentechnik. M. A. Codd. „Electrical Review" (Ldn.), 94. Bd., 11. April 1924, 2420, S. 566—69, 7 Abb. (Verbesserungen an Röhren.)

Elektromedizinische und röntgentechnische Fortschritte im letzten Jahrzehnt. G. Heber, „Elektrotechn. u. Maschinenbau" (Wien), 42. Jg., 9. März 1924, 10, S. 145—50; 16. März 1924, 11, S. 160—69, 16 Abb. (Eingehende Übersicht der einzelnen Apparate.)

WIRTSCHAFTSFRAGEN

Die Elektrisierung des Großherzogtums Luxemburg. „Rev. Gén. de l'Electricité", 15. Bd., 8. März 1924, 10, S. 73—74B. (Einzelheiten des Lastenheftes der im Großherzogtum Luxemburg geplanten Elektrisierung.)

Ausfuhr elektrischer Energie und Ausbau der schweizerischen Wasserkräfte. W. Trüb und Dr. E. Steiner. „Schweiz. Bauztg.", 83. Bd., 29. März 1924, 13, S. 149—55. (Die Frage der Inlandversorgung und der eidgenössischen Sammelschiene, Aufbau der Kraftversorgung und Monopolfragen.)

Verantwortlicher Schriftleiter: Dipl.-Ing. Fr. Heintzenberg, Charlottenburg.
Gedruckt bei Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68, Kochstraße 68—71.


Digitized by Google

SIEMENS-ZEITSCHRIFT
SIEMENS & HALSKE
SIEMENS-SCHUCKERT
SCHRIFTLEITUNG: LITERARISCHES BUREAU DER SIEMENS-SCHUCKERTWERKE
6. HEFT * BERLIN / JUNI 1924 * JAHRGANG 4

Die Anlaufverhältnisse beim Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer und ihre Messung

Von Oberingenieur R. Elsässer, Elektromotorenwerk der SSW.

Die beim Anlauf von Drehstrommotoren mit Kurzschlußläufer (K. L.) auftretenden Erscheinungen und die Bedingungen für deren einwandfreie Messung sind im allgemeinen nur wenigen bekannt. Ihre Kenntnis ist aber in vielen Fällen auch für die Ingenieure von Wert, die solche Motoren nur anwenden. In Deutschland ist leider der K. L.-Motor — von wenigen Ausnahmefällen abgesehen — bis jetzt auf die allerkleinsten Typen beschränkt, während er in Nordamerika bis wenigstens 25 kW die Regel bildet. Er ist wie kein anderer Motor einfach, betriebssicher und unempfindlich, wirtschaftlich arbeitend, da er einen besseren Wirkungsgrad und Leistungsfaktor hat als der Schleifringläufer, und billig in der Herstellung. Es ist daher vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus sehr zu bedauern, daß er keine größere Anwendung findet, und das Bestreben, sein Anwendungsgebiet zu erweitern, verdient jede Unterstützung. Die Ursache der geringen Verwendung ist die vielfach übertriebene und unbegründete Scheu vor den Anlauferscheinungen. Die nachstehenden Zeilen sollen die wesentlichsten dieser Erscheinungen und die zu ihrer Erfassung notwendigen Messungen behandeln; schließlich sollen die wichtigsten Verfahren zur Beseitigung schädlicher Wirkungen des Anlaufs betrachtet werden.

Der stillstehende K. L.-Motor stellt einen Transformator dar, dessen Sekundärwicklung sehr kleinen Widerstand hat und kurzgeschlossen ist. Wird die feststehende Wicklung an die Netzspannung gelegt, so entsteht sofort ein starker Stromstoß, dessen Größe im Augenblick des Einschaltens davon abhängt, bei welcher Phasenlage der Spannung Stromschluß eintritt. Erfolgt dieser, wenn die Spannung eines Zweiges durch Null geht, so wird der Stromstoß in diesem Zweig am größten; sein Höchstwert ist begrenzt durch den effektiven Widerstand des Stromkreises. Dieser ist bei großen Motoren sehr klein, daher erreicht hier der Einschaltstrom Werte, die ein Mehrfaches des Dauerkurzschlußstromes betragen. Bei kleineren Motoren unter 10 kW ist dieser Widerstand schon so groß, daß der Dauerkurzschlußstrom nur mäßig überschritten wird. Der größte Stromstoß tritt sofort in der ersten Halbperiode nach dem Einschalten auf; er klingt ab in einer Schwingung, die sich der Grundwelle des Stromes überlagert und deren Schwingungsdauer ein Mehrfaches derjenigen der Grundwelle ist. Während der Dauer der Einschaltschwingung ist deshalb die Stromwelle zu ihrer Nullinie unsymmetrisch. Tritt der Stromschluß ein, wenn die Spannung des Zweiges ihren Höchstwert erreicht hat, so wird der Einschaltstrom am kleinsten und gleich dem Dauerkurzschlußstrom. Beim Einschalten zwischen diesen beiden Grenzwerten nimmt der Stromstoß entsprechende Zwischenwerte an. Da bei Drehstrom die Spannungen der drei Zweige um je 120° in der Phase verschoben sind, müssen infolgedessen die Einschaltströme verschieden groß sein, und es treten bei Verwendung von drei gleichen Stromzeigern zum Messen des Anlaufstromes starke Unterschiede auf, je nach der Leitung, in die der Stromzeiger eingebaut ist und je nach dem Einschaltzeitpunkt.

Die Oszillogramme Bild 1 bis 3 zeigen diese Verhältnisse deutlich; sie sind aufgenommen an

Digitized by Google

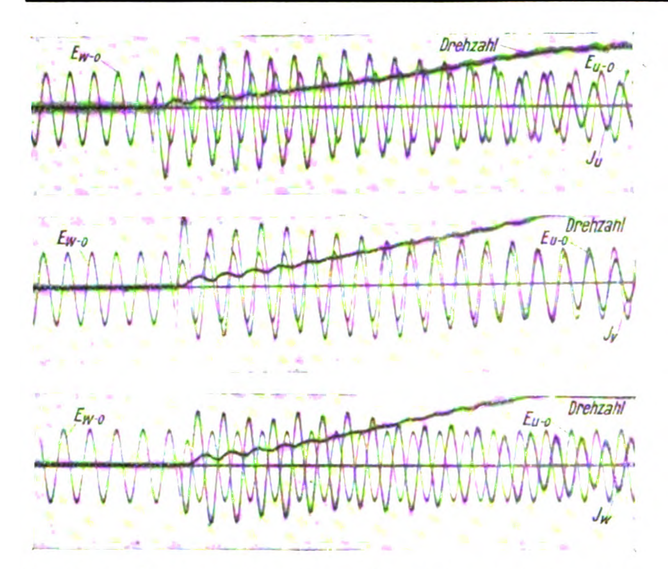


Bild 1 bis 3. Aufnahme der Ströme beim Anlauf in den drei Phasen eines Drehstrommotors mit KL, Spannung u nahe an Null.

TWL

einem Motor der Siemens-Schuckertwerke für 380 V 5,5 kW, 1440 Umdr/min, der mit kurzem Riemen eine Vorlegewelle mit Bremsscheibe antrieb. Zur Aufnahme dieser Oszillogramme war in die Leitungen zu den Klemmen U und V des Motors ein Schütz S gelegt (Bild 4), das durch einen auf der Welle eines kleinen Synchronmotors sitzenden Kontakt A gesteuert wird. Die Bürsten können beliebig am Umfange verstellt werden. Nach dem Anziehen des Schützes schließt der Hilfskontakt B beide Bürsten dauernd kurz. Vor dem Motor liegt ein dreipoliger Quecksilberschalter D; zwei seiner Kontaktpaare sind durch Kupferbügel verbunden, der dritte durch den Meßwiderstand, der mit Stöpsel sehr schnell in jede der drei Leitungen eingelegt werden kann. Die an U liegende Spannungsschleife E mißt vor dem Einschalten des Schützes die Spannung E_{w-o}, nach dem Einschalten die Spannung E_{u-o}. Zur Einstellung der Spannungsphase wird der Hilfskontakt unterbrochen, die Erregerwicklung und der Synchronmotor werden eingeschaltet und die Bürsten am Kontakt A verstellt, bis im Beobachtungsspiegel des Oszillographen die gewünschte Stellung erkennbar ist. Dann wird bei weiterlaufendem Synchronmotor die Erregerleitung unterbrochen und der Hilfskontakt wieder angeschlossen. Zur Aufnahme wird nur der Schalter der Erregerleitung geschlossen und nach Umstöpselung des Meßwiderstandes dasselbe bei den beiden anderen Leitungen wiederholt. Beim Einschalten entsteht ein erheblicher Spannungsstoß, der die Beobachtung des Einschaltzeitpunktes der Spannung E_{u-o} sehr erschwert; dagegen ist sehr genau das Abreißen der Spannungswelle E_{w-o} zu erkennen und daraus mit Hilfe des Vektordiagramms der Einschaltpunkt feststellbar.

Bei der Aufnahme Bild 1 bis 3 geht die Spannung E_{u-o} im Moment des Einschaltens nicht genau durch Null, sie ist aber dicht dabei. Die Scheitelwerte der ersten Halbwelle des Stromes in der zweiten und dritten Phase stehen im Verhältnis 36:23. Die größte Einschaltstromstärke ist also um 56 v. H. größer als die kleinste. Die der ersten Stromwelle folgenden Wellen sind in allen drei Phasen fast gleich groß. In alle Leitungen waren Stromzeiger (Weicheiseninstrumente) für 100 A eingeschaltet, die gleichzeitig abgelesen wurden. Der abgelesene Größtwert war 59 A, der Kleinstwert 47 A, also ein Unterschied von 25,5 v. H. Bei größeren Motoren wird der Unterschied natürlich noch größer. Der Strom wurde einem schwach belasteten Transformator von 300 kW entnommen, so daß nur ein geringer Spannungsabfall auftrat, wie ja auch die Oszillogramme ausweisen. Der Einschaltstrom eines Drehstrom-Induktions-Motors ist also nur dann definiert, wenn gleichzeitig

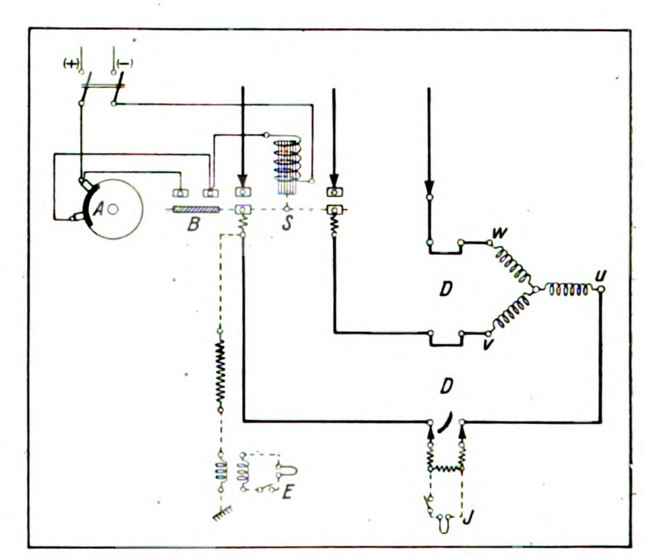


Bild 4. Schaltung zur Einstellung der Einschaltphase.

TWL

angegeben wird, bei welchem Punkt der zugehörigen Spannungswelle eingeschaltet wurde.

Digitized by Google

Läuft der Motor nicht leer an, so erreicht der Anlaufstrom nach dem Abklingen der Einschaltwelle, die sich auf wenige Perioden, etwa 5, beschränkt, einen ziemlich gleichbleibenden Wert, der wenig unter dem Wert des Kurzschlußstromes liegt und andauert, bis er zu seinem Kippmoment hochgelaufen ist (bei etwa 50—80 v. H. der synchronen Drehzahl je nach Größe des Motors), von da an sinkt er sehr schnell auf den der Belastung entsprechenden Wert ab.

Die richtige Messung des Anlaufstromes ist schwierig. Die Größe des Ausschlages bei den üblichen Zeigerinstrumenten wird durch so viele Faktoren beeinflußt, daß nur in bestimmten Fällen ein richtiges Bild des Stromverlaufes zu gewinnen ist. Ein solches gibt nur der Oszillograph; aber auch hier ist es notwendig, wenn man den ungünstigsten Stromverlauf feststellen will, durch besondere Vorrichtungen das Einschalten im Augenblick des Durchganges der Spannung durch Null zu bewirken. Wie unten gezeigt wird, ist die Anlaufdauer abhängig von der Anlaufcharakteristik des Motors und der Art des Antriebes; sie schwankt zwischen $^1/_{10}$ s und etwa 30 s (in besonderen Fällen, z. B. bei Zentrifugen mehrere Minuten!). Bei langsamem Anlauf kann das Zeigerinstrument sich einstellen und wird daher, abgesehen vom ersten Einschaltstoß, richtig zeigen. Sowie aber die Anlaufzeit bis zum Kippmoment kleiner ist als eine Sekunde, hängt der Ausschlag stark von der Art des Instrumentes ab. Ein Instrument mit kleiner Masse des beweglichen Systems, schwacher Dämpfung und großer Richtkraft gibt einen wesentlich anderen Ausschlag als ein solches mit großer Masse, starker Dämpfung und kleiner Richtkraft. Einen richtigen Wert erhält man aber in keinem Fall. Gänzlich unbrauchbar für die Messung des Anlaufstromes sind Hitzdrahtinstrumente und schreibende Instrumente, die notwendigerweise große Masse im beweglichen System und große Dämpfung haben. Man findet in der Literatur[1]) und in Werbeschriften häufig Anlaufkurven, bei denen der Strom von Null an langsam in $^1/_2$ bis 1 Sekunde auf seinen Höchstwert ansteigt und manchmal zur Bekräftigung den Hinweis, die Kurven seien mit registrierendem Amperemeter aufgenommen — ein Beweis, wie wenig die wirklichen Vorgänge selbst in dem engen Kreis der Motorenbauer bekannt sind.

Auch die Instrumente mit vorspannbarem Zeiger messen nur bedingt richtig und dürfen nicht kritiklos angewendet werden. Sie geben nämlich — besonders ausgeprägt die neueren Stromzeiger mit sehr leichtem beweglichen System — auch dann noch einen Ausschlag, wenn der Zeiger bis nahe an den Scheitelwert des Höchststromes vorgespannt wird, zeigen also in diesem Falle nicht den erwarteten Effektivwert, sondern je nach der Vorspannung einen Wert zwischen diesem und dem Scheitelwert. Deshalb ist auch das in den „Bedingungen" des VDE (Ausgabe 1914, § 8, Ausgabe 1922, § 10) vorgeschriebene Meßverfahren falsch. Es ergibt höhere Stromwerte, als dem wirklichen, effektiven Anlaufstrom entspricht und damit ein falsches Bild. Um einen ungefähr richtigen Wert zu erhalten, muß der Zeiger so vorgespannt werden, daß er beim Anlauf noch etwa $^1/_5$ der Vorspannung frei ausschlägt. Besser sind die Instrumente mit verkürzter Skala, wenn sie richtig ausgeführt sind. Leider haben sie dann einen so kleinen Meßbereich, daß man für eine bestimmte Netzspannung ungefähr ebenso viele Instrumente nötig hat, als Motorgrößen in Frage kommen.

Wie die vorstehenden Ausführungen zeigen, sind Vorschriften über den Anlaufstrom wertlos, wenn nicht gleichzeitig das Meßverfahren in allen Einzelheiten vorgeschrieben wird. Unbedingte Voraussetzung für vergleichbare Messungen ist natürlich, daß während der ganzen Anlaufdauer die Klemmenspannung nahezu gleich dem Sollwert bleibt, was wegen des vom Strom abhängigen Spannungsabfalles meistens nicht der Fall ist. Da der Strom ungefähr proportional der Spannung ist, muß in diesem Fall mindestens die Spannung gemessen und der Strom umgerechnet werden.

Wird der Drehstrommotor mit K. L. eingeschaltet, so entwickelt er sofort ein Drehmoment, das aber nicht konstant bleibt, sondern sich mit zunehmender Winkelgeschwindigkeit des Läufers ändert. Dieses Moment, das am Umfange des Läufers entsteht, ist nur abhängig von der Klemmenspannung und der Winkelgeschwindig-

[1]) Z. B. ETZ 1923, Seite 908 u. Z.d.V.D.I. 1924, Heft 8.

Digitized by Google

keit des Läufers, dagegen gänzlich unabhängig von der Belastung; es tritt in der gleichen Größe auch beim Leeranlauf des Motors auf und wird hier für die Beschleunigung des umlaufenden Teils verbraucht. Es ändert sich bei gegebener Wicklung mit dem Quadrat der EMK des Ständers (also angenähert mit dem Quadrat der Klemmenspannung) oder ganz allgemein mit dem Quadrat der Spannung je Windung; daher kann durch Änderung der Windungszahl bei sonst unveränderten Verhältnissen die Anzugskraft in weiten Grenzen geändert werden; sie könnte auch geändert werden durch Veränderung des Widerstandes im Läufer, doch ist diese Veränderbarkeit mit Rücksicht auf gutes Arbeiten im Betriebe sehr gering. Der Verlauf der Zugkraft ist sehr verschieden je nach der Ausführung des Motors. Die Verhältnisse, die den Charakter der Drehmomentkurve bestimmen, sind bis heute noch sehr wenig geklärt. Die bekannt gewordenen Untersuchungen umfassen immer nur ein eng begrenztes Gebiet[1]). Bezeichnend dafür ist die Dürftigkeit der Angaben, die Heubach in der 2. Auflage seines bekannten Werkes darüber macht. Man kann daher auch heute noch nicht für beliebige Verhältnisse den Verlauf der Drehmomentkurve eines neuen Motors vorausbestimmen, sondern muß ihn durch Versuche ermitteln.

Wiegt man das entwickelte Moment mit der Bremsscheibe ab, so ergibt sich im allgemeinen folgendes Bild: Im Stillstand und bei ganz kleiner Geschwindigkeit gibt der Motor ein bestimmtes Moment, das sogenannte Anzugsmoment; bei steigender Geschwindigkeit nimmt dieses bei den meisten Motoren zunächst ab, vielfach recht erheblich, erreicht sehr bald einen Kleinstwert, das Anlaufmoment, mit dem er hochzulaufen beginnt und steigt dann meist stetig an bis zum Höchstwert, dem Kippmoment, das in der Regel bei 50 bis 80 v. H. der synchronen Drehzahl liegt, um von da an gleichmäßig bis auf Null beim Synchronismus abzusinken.

Das Absinken der Momentenkurve vom Stillstandswert auf den Kleinstwert geht in der Regel nicht stetig vor sich, sondern die Kurve steigt zunächst an, dann tritt ziemlich plötzlich eine Unstetigkeit auf (zwischen $^1/_{25}$ und $^1/_7$ der synchronen Drehzahl), die häufig einen scharfausgeprägten Sattel ergibt; manchmal kommen in dem Bereiche auch zwei Unstetigkeiten vor. Diese werden in erster Linie durch das Nutenverhältnis zwischen Ständer und Läufer und die Zahnform bedingt. Das Drehfeld und das Drehmoment ist in der Regel über den Umfang nicht konstant, sondern ändert sich je nach der Stellung des Läufers, in manchen Fällen ziemlich stark. Es muß deshalb auch die Stellung des Läufers beim Einschalten Einfluß auf den Verlauf der Kurve haben. Bei guten Motoren ist die Einsattelung — der Unterschied zwischen Anzugs- und Anlaufmoment — nicht groß; es gibt aber Verhältnisse, bei denen sie wie ein schmaler, scharfer Zacken bis an die Nullinie heranreicht oder sie noch unterschreitet (z. B. bei 24 Nuten im Ständer, 28 im Läufer). Treibt ein solcher Motor in fester Kupplung eine mäßige Schwungmasse an, so erhält diese durch das große, stoßartig wirkende Anzugsmoment und die dadurch und durch die Unstetigkeit bedingten mechanischen Schwingungen einen derartigen Antrieb[1]), daß sie den Motor selbst mit einem erheblichen Bremsmoment über den Sattel hinwegzieht, worauf er hochläuft. Ist dagegen die angetriebene Schwungmasse klein, das Bremsmoment aber groß, oder ist die Kupplung lose (z. B. ein lose gespannter Riemen), so wird der Motor an der Stelle des kleinsten Moments festgehalten und läuft selbst bei völliger Entlastung nicht mehr hoch — auch wenn das Moment stets positiv bleibt — weil das hier vorhandene Moment nicht mehr zur Überwindung der Reibung und zur Beschleunigung der Läufermasse ausreicht. Man bezeichnet diesen Vorgang als „Schleichen". Die Unstetigkeit im Drehmoment erzeugt stets starke Schwingungen (Bild 7), die einen Kraftrichtungswechsel mit sich bringen. Ist der angetriebene Teil mit der Motorwelle nicht starrgekuppelt, so daß er der Schwingung nicht zu folgen braucht und kann beim Kraftrichtungswechsel an der Kupplungsstelle ein Stoß auftreten, so wird die Schwingungsenergie hierdurch aufgezehrt, der Motor bleibt an der

[1]) Die eingehendste Untersuchung stammt von Dr. Stiel: „Forschungsarbeiten", Heft 212. Sie umfaßt aber nur einen feststehenden Teil mit 24 Nuten und 11 verschiedene Läufer.

[1]) Vergleiche die Drehzahlkurve in Bild 7. Den Momentschwankungen folgt eine gleichartige Schwankung der Winkelgeschwindigkeit des Läufers.


Digitized by Google

Stelle des kleinsten Moments und „schleicht“ damit weiter. Dies tritt z. B. schon ein, wenn auf der Welle eine Riemenscheibe lose sitzt, so daß sie sich um einen geringen Betrag in der Umfangsrichtung gegen die Welle bewegen kann, aber durch einen Federkeil oder dergleichen an der vollständigen Drehung verhindert wird. Mit diesem einfachen Mittel kann man zuverlässig feststellen, ob der Motor gefährliche Schleichstellungen hat. Die Eigenschaft des Schleichens ist durchaus nicht ohne weiteres erkennbar. Es haben z. B. vor langen Jahren nacheinander zwei große Firmen das Nutenverhältnis 24/28 angewendet, das stärkstes Schleichen zeigt, ohne daß diese Eigenschaft sofort erkannt wurde; erst nachdem Hunderte dieser Motoren im praktischen Betriebe waren, machte sie sich bemerkbar, da sie eben nur bei bestimmten Betriebsbedingungen wirksam wird. Bei neuzeitlichen Motoren ist eine Schleichgefahr natürlich ausgeschlossen.

Ist die Einsattelung der Drehmomentkurve nicht stark ausgeprägt, so kommt der Motor bei Überschreitung eines durch das Kleinstmoment gegebenen Bremsmoments nicht über die Drehzahl der Einsattelung, er läuft aber bei entsprechender Entlastung sofort hoch.

Im praktischen Betriebe, d. h. wenn die Momente nicht durch Bremsscheibe abgewogen werden, sondern eine Maschine angetrieben wird, ist der Vorgang wesentlich anders. Das Verbindungselement zwischen Motor und Maschine hat immer eine gewisse — häufig recht große — Elastizität; deshalb treten stets Schwingungserscheinungen auf. Die Oszillogramme Bild 5, 6 und 7 veranschaulichen derartige Vorgänge. Sie sind mit drei Läufern mit 26, 27 und 28 Stäben im gleichen Ständer von 36 Nuten eines Drehstrommotors von 2,2 kW bei 1420 Umdr/min mit einem Torsionsdynamometer nach DRP 385792 (SSW) aufgenommen[1]). Zwei dieser Läufer haben sehr kleine und stetige Unterschiede zwischen Anzugs- und Anlaufmoment, sie arbeiten daher fast schwingungsfrei, während der dritte über zwei starke Unstetigkeiten hochläuft und deshalb zu heftigen Schwingungen Veranlassung gibt. Dies letztere Oszillogramm ist deshalb bei 150 V aufgenommen, die beiden anderen bei der vollen Spannung von 210 V. Die zwei Läufer ohne Unstetigkeit heulen stark; die aus den Kurven ersichtlichen hochfrequenten Schwingungen kleiner Amplitude scheinen im Zusammenhang mit der Geräuschbildung zu stehen, während der dritte geräuschlos arbeitet und viel verwendet wird.

Bild 5 bis 6. Anlauf eines Drehstrommotors mit KL verschiedener Stabzahl.

TWL

Der die mechanische Schwingung einleitende Vorgang ist derselbe, wie er bei jeder Feder auftritt, die mit einer Masse verbunden ist, wenn auf sie stoßartig eine Kraft wirkt. Beim Einschalten erteilt das entstehende Moment dem Läufer — wie die Drehzahlkurve[1]) zeigt — sofort eine ziemliche Winkelgeschwindigkeit; ehe der angetriebene Teil in Bewegung gerät, wird das federnde Übertragungselement gespannt, das auch den der Läufermasse erteilten Antrieb aufnimmt und damit auf den doppelten Ausschlag kommt, der dem treibenden Moment entsprechen würde. Der Läufer hat jetzt wieder die Geschwindigkeit Null, und an dem angetriebenen Teil wirkt in diesem Augenblick ebenfalls das doppelte Moment; er setzt sich in Bewegung, während das

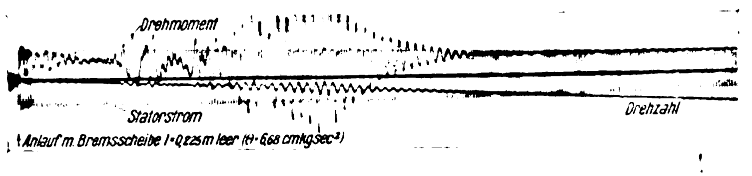


Bild 7. Anlauf eines Drehstrommotors mit KL.

TWL

[1]) Z. d. V. d. I. 1924, S. 485. Messen von Schwingungen und Drehmomenten mittels des Oszillographen. Von Oberingenieur R. Elsässer.

[1]) Eigentlich Kurve der Winkelgeschwindigkeit. Sie wird erzeugt durch einen kleinen Gleichstromringanker ohne Nuten, der ohne Lager starr mit der Läuferwelle verschraubt ist und in fremderregtem, konstantem Feld läuft.

Digitized by Google

Übertragungselement samt dem Läufer zurückfedert und in Schwingung gerät. Diese Schwingung klingt dann in wenigen Wellen, deren Ausschläge stets oberhalb der Nullinie, also positiv bleiben, ab, da sie ihre Energie an den angetriebenen Teil abgibt. Es werden durch diese Federwirkung noch Anfahrwiderstände (z. B. ruhende Reibung) überwunden, deren Größe das Anzugsmoment des Motors erheblich überschreiten. Treten weiterhin in der Drehmomentkurve Unstetigkeiten auf, so lösen diese sofort wieder Schwingungen aus, deren Ausschlag von der Größe der Unstetigkeit, der Elastizität des Übertragungsmittels und der Größe und Verteilung der Massen abhängt. Ein Beispiel gibt Bild 7, das außer der Einschaltschwingung eine leichtere Unstetigkeit bei etwa $^1/_{11}$ und eine starke zwischen $^1/_7$ und $^1/_5$ der synchronen Drehzahl zeigt.

Ohne Schwierigkeit meßbar sind drei Momente im Bereich des Anlaufs: 1. Das Anzugs- oder Stillstandsmoment. 2. Das Anlaufmoment (das kleinste Moment, das der Motor während des Anlaufs entwickelt). 3. Das Kippmoment (das größte Moment, das der Motor abgibt). Sie lassen sich bei Motoren unter 10 kW leicht und genau mit der Seilbremse abwiegen, die für diese Zwecke das einfachste und weitaus genaueste Meßinstrument ist. Den wirklichen Verlauf des vom Motor entwickelten Drehmoments während der Anlaufdauer zuverlässig aufzunehmen, ist dagegen sehr schwer; man muß sich meist mit angenäherten Kurven begnügen. Die Kenntnis des wirklichen Verlaufs ist aber von großem Wert, denn von ihm hängt es ab, ob der Anlauf sanft oder stoßartig, langsam oder schnell bei bestimmten Betriebsverhältnissen erfolgt und ob starke Schwingungen im Getriebe auftreten können. Letztere bewirken eine hohe Materialbeanspruchung der Welle des Motors und der Getriebeteile und erfordern entweder eine sehr reichliche Bemessung dieser Teile, oder sie führen — namentlich bei häufigem Anlauf — bald zum Bruch. Sie müssen daher, soweit möglich, vermieden werden.

Es sind viele Verfahren zur Aufnahme der Anlaufkurve vorgeschlagen, aber keines führt zu einwandfreien Ergebnissen. Viel angewendet, besonders bei größeren Leistungen, ist die Kupplung des Motors mit einer Gleichstrommaschine, durch die eine beliebige Drehzahl aufgezwungen werden kann. Das jeweilige Drehmoment wird indirekt durch Messungen an der Gleichstrommaschine ermittelt[1]). Für kleine Motoren ist das Verfahren zu umständlich und ungenau, bei starken Unstetigkeiten versagt es. Die in der Literatur verschiedentlich beschriebenen Verfahren mit schreibenden Rotationsdynamometern geben nicht, wie behauptet, die Drehmomentkurve des Motors, sondern — wenigstens in den unstetigen Teilen — die durch die Unstetigkeit des Drehmoments erzeugten Schwingungsbilder des elastischen Massensystems: Läufer — Meßfeder — angetriebene Schwungmasse. Hat der verwendete Apparat eine große Eigenschwingungsdauer und keine Dämpfung, so täuscht die über die veränderliche Kraft übergelagerte Eigenschwingung eine richtige Momentenkurve vor, weil nur eine oder zwei Wellen entstehen. Auch die Größe der Ausschläge steht in keinem direkten Verhältnis zum erregenden Drehmoment, denn beim schwingenden, elastisch gekuppelten Massensystem verhalten sich die Ausschläge der beiden Massen umgekehrt wie die Massenträgheitsmomente, und auf die Meßfeder bzw. das messende Organ wirkt die geometrische Differenz der Ausschläge beider Massen, deren Beziehung zum Drehmoment kaum zu bestimmen ist. Die Bilder 5 bis 7 enthalten ebenfalls solche Schwingungsbilder, sie geben die Drehmomente richtig wieder, die die zum Messen verwendete Drehfeder durchlaufen — aber nicht die vom Motor entwickelten. Diese Schwingungen treten bei derartigen Apparaten stets auf, unabhängig von der Elastizität der Meßfeder, die nur die Größe des Ausschlags und die Schwingungszahl beeinflußt, sie treten aber auch im praktischen Betriebe auf, da die Getriebe fast immer Elastizität und Masse enthalten. Die Aufnahmen geben daher ein ungefähres Bild der Vorgänge in den Getrieben. Theoretisch ließe sich die Eigenschwingung der Rotationsdynamometer durch Anbringung einer geeigneten Dämpfung beseitigen, praktisch wird sich aber eine genaue einstellbare Dämpfung kaum ermöglichen lassen. Die bekannt gewordenen Dynamometer arbeiten alle ohne Dämpfung, auch das für Bild 5 bis 7 verwendete.

(Schluß folgt.)

[1]) Vgl. z. B. R. Richter, E. u. M. 1922, Heft 14.

Digitized by Google

Die erste Polizeimelderanlage in Deutschland: Berlin-Mitte

Von R. Bügler, Abteilungsdirektor der S. & H. A.-G.

Die erste Polizeimelderanlage in Deutschland[1]) ist am 13. März 1924 dem Polizeipräsidium Berlin und damit dem Betrieb übergeben worden. Zweck und Art einer solchen Anlage sind so wenig bekannt, daß eine Klarlegung erwünscht sein dürfte.

Im Jahre 1907 erhielt die Feuermelderabteilung der Siemens & Halske A.-G. den Auftrag auf eine Polizeimelderanlage für die Stadt Rio de Janeiro. Diese Anlage hat durch weiteren Ausbau, der sich über vier Jahre erstreckte, einen sehr großen Umfang angenommen. Es wurden etwa 600 Melder sowie die Einrichtungen für sechs Hauptwachen und 90 Revierwachen geliefert. Wenngleich dies die erste Anlage ihrer Art war, die von einer deutschen Firma ausgeführt wurde, so bot doch die gestellte Aufgabe keine unüberwindlichen Schwierigkeiten, da in technischer Beziehung eine gewisse Verwandtschaft zwischen Feuermelde- und Polizeimelderanlagen besteht. Immerhin war eine Reihe technischer Aufgaben zu lösen. Daß die erzielten Lösungen zweckentsprechend waren, wird nicht nur durch die umfangreichen Nachbestellungen bewiesen, sondern auch dadurch, daß im Jahre 1913 die Stadt Winnipeg in Canada eine Anlage ähnlicher Art der Siemens & Halske A.-G in Auftrag gab, trotz der sehr starken amerikanischen Konkurrenz. Die Anlage in Winnipeg wurde kurz vor Kriegsbeginn fertiggestellt.

Die Nützlichkeit der Polizeimelderanlagen wird in Nordamerika so allgemein anerkannt, daß die meisten (auch kleine) Städte solche Anlagen besitzen. In Deutschland hat erst die Nachkriegszeit mit ihren stark veränderten Sicherheitszuständen dazu geführt, daß nun endlich eine Anlage, wie sie seit Jahrzehnten in Amerika überall eingeführt sind, auch hier errichtet wurde. Leider wurde die Fertigstellung durch politische und andere Schwierigkeiten, also durch Umstände, für die die Firma Siemens & Halske nicht verantwortlich ist, erheblich verzögert. Die nachfolgende Beschreibung aber wird erkennen lassen, daß die Anlage auch heute noch, also in ruhigerer Zeit,

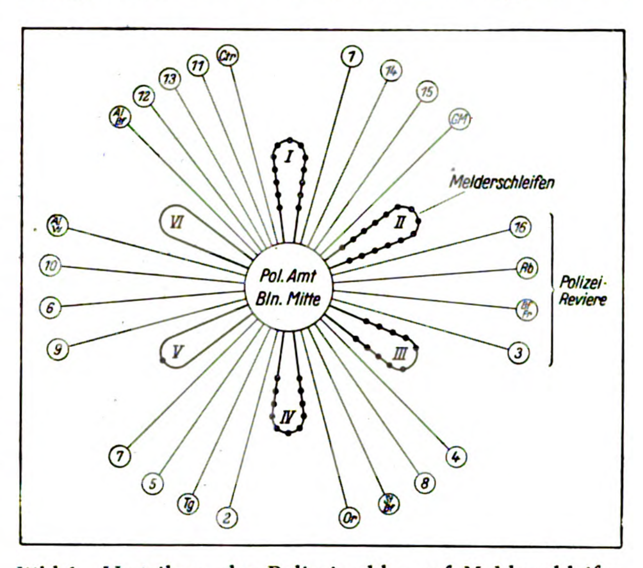


Bild 1. Verteilung der Polizeimelder auf Melderschleifen. *TWL*

der Polizei und damit auch den Einwohnern Berlins sehr gute Dienste leisten wird.

Auf dem Polizeiamt Berlin-Mitte sind die Zentralapparate der Polizeimelderanlage aufgestellt. Jede der im Gebiet der Anlage liegenden Revierwachen — insgesamt 25 — erhielt eine Empfangs-

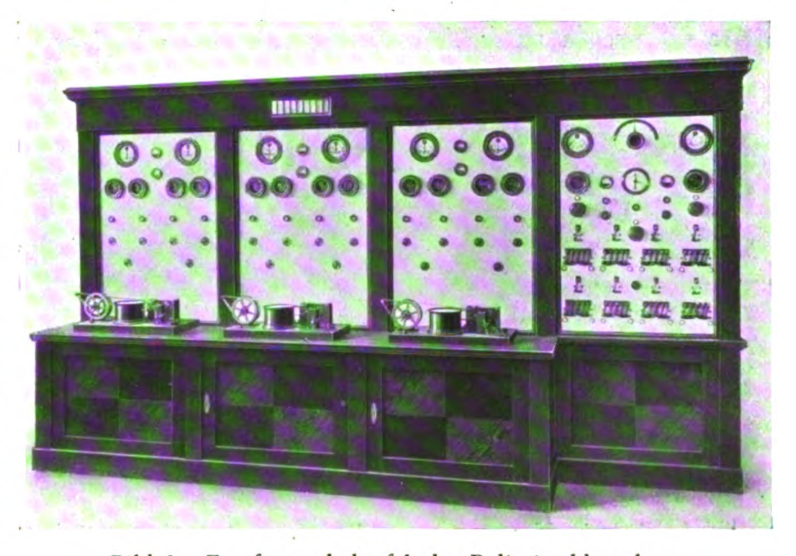


Bild 2. Empfangsschalttafel der Polizeimelderanlage. *TWL*

einrichtung, ferner sind im Bereich der Anlage, also im Stadtbezirk Berlin-Mitte, zunächst 30 Polizeimelder in den Straßen verteilt angebracht.

[1]) Abgesehen von einer kleinen älteren Anlage in einem Teile der Stadt Kristiania zugleich die erste in Europa.

Digitized by Google

Diese Apparate sind miteinander durch ein Leitungsnetz verbunden, wie es Bild 1 im Prinzip zeigt. Aus diesem Bilde geht hervor, daß die sechs Linien zur Aufnahme der Melder, vom Polizeiamt ausgehend, in Schleifenform verlaufen, also nach dem Polizeiamt zurückkehren. Hier enden die sechs Schleifen an der Empfangsschalttafel (Bild 2). Die sechste Schleife ist zunächst noch nicht mit Meldern ausgerüstet.

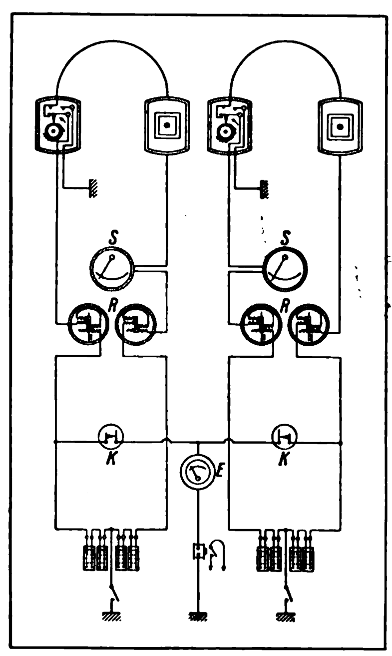


Bild 3. Stromlauf bei zwei Schleifen und Erdschlußanzeige. *TWL*

In Hintereinanderschaltung liegen in den Außenschleifen die von den Typenscheiben der Melder beeinflußten Kontakte, wie in Bild 3 für zwei Linien dargestellt ist. Jede der sechs Außenschleifen verläuft innerhalb des Empfangsapparats im Polizeiamt Berlin-Mitte zunächst über ein Milliamperemeter S (das, da unter Verwendung von Ruhestromschaltung die Linien dauernd vom Strom durchflossen werden, die Stromstärke anzeigt und damit eine sichere Linienkontrolle bildet), dann über zwei Präzisionsrelais R und endet an der Batterie. In einen Abzweig von je zwei Schleifen ist ein kleines Meßinstrument E geschaltet, das über ein Relais mit Erde verbunden ist. Tritt ein Erdschluß in einer der beiden Linien auf, so bildet sich ein Stromkreis von der Linienbatterie über diesen Erdschluß zur Erde des Abzweiges, und der Zeiger des kleinen Instruments schlägt aus. Wird der Erdfehler größer, so legt der Anker des Relais um und schaltet einen Signalwecker und eine Signallampe ein, wodurch auf den Erdfehler aufmerksam gemacht wird. Durch Umlegen von zwei dem Instrument beigefügten Kippschaltern K ist leicht festzustellen, in welcher der beiden Schleifen der Fehler aufgetreten ist. Der Schalter, der zu der fehlerhaften Schleife gehört, bleibt, solange der Erdschluß besteht, umgelegt.

Die Polizeimelder (Bild 4) dürfen zunächst nur von den Polizeibeamten, nicht wie die Feuermelder von jedermann, benutzt werden. Wie aus dem Bild ersichtlich, hat der Melder außer dem Schlüsselloch zum Öffnen der Tür in der Mitte noch ein zweites. Dieses bleibt in der jetzt erstellten Anlage vorläufig unbenutzt und ist deshalb versperrt. Jeder Polizeibeamte, der berechtigt ist, die Anlage zu benutzen, wird in Zukunft einen Schlüssel zum Öffnen der Tür besitzen; der Schlüssel kann auch — wenn später das zweite Schlüsselloch freigegeben werden sollte — dazu dienen, einen Ruf abzugeben, ohne daß die Tür geöffnet wird. Zunächst aber muß der Beamte die Tür öffnen und kann nun durch Umlegen einer Handkurbel — in Bild 5 unterhalb des Zeigers sichtbar — das Laufwerk in Tätigkeit setzen und so einen Hilferuf, d. h. den Ruf um Entsendung weiterer Polizeibeamten, bewirken; dieses Zeichen läßt sich durch Einstellen eines Zeigers an der oberhalb der Kurbel befindlichen Skala unterschiedlich gestalten, so daß etwa ein Krankenwagen sofort entsandt oder andere erforderliche Maßnahmen getroffen werden können. Schließlich vermag der Polizeibeamte mittels

Bild 4. Polizeimelder, geschlossen. *TWL*

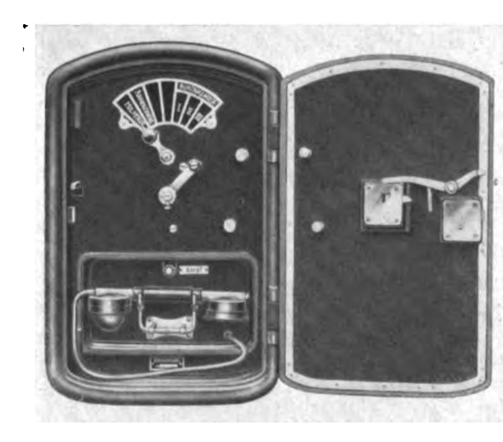


Bild 5. Polizeimelder, geöffnet.


Digitized by Google

des Fernsprechers auf der gleichen Linie telephonische Mitteilungen oder Ergänzungen zu der telegraphischen Meldung an das Polizeiamt Berlin-

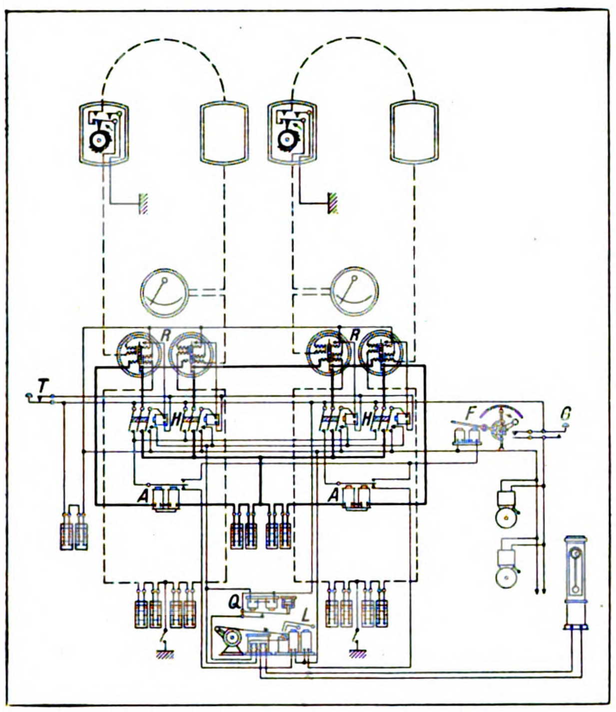


Bild 6. Stromlauf bei Übertragung der Meldungen vom Linienrelais auf den Registrierapparat. *TWL*

Mitte zu geben. Die telegraphischen Meldungen werden am Empfangsapparat von den zwei schon in Bild 3 dargestellten Linienrelais R aufgenommen und von diesen, wie Bild 6 zeigt, mittels einer lokalen Schleife über die Relais A auf den Registrierapparat übertragen. Die aufeinander folgenden Schlüsse und Unterbrechungen, durch die Typenscheibe des Melders gegeben, verursachen das Anziehen und Abfallen der Anker der Relais R und A und damit das Arbeiten des Doppellochers. Auf dem Papierstreifen ergibt sich eine Lochanordnung, wie Bild 7 zeigt. Der jedem Registrierapparat beigegebene Zeitstempel bewirkt sofort beim Eingang der Meldung einen Zeitaufdruck, der auf die Minute genau die Zeit des Eingangs der Meldung kennzeichnet (nach Jahr, Monat, Tag, Stunde und Minute). Fortgeschaltet wird dieser Zeitstempel durch eine

Bild 7. Lochgruppen auf dem Registrierstreifen.

Bild 8. Registrierstreifen mit Zeitaufdruck.

Hauptuhr mit Minutenkontakt. Die Uhr besitzt ferner eine Relaiseinrichtung, durch die sie von einer auf dem Polizeipräsidium befindlichen

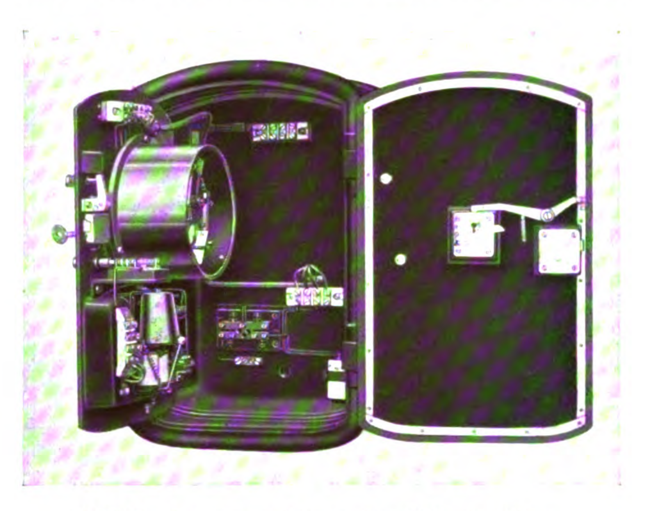


Bild 9. Inneneinrichtung des Polizeimelders. *TWL*

Präzisionsuhr selbsttätig auf genauer Zeit gehalten wird. Die Stellung der Lochungen zueinander läßt eine Zahl erkennen, die die Nummer des Melders bedeutet; so zeigt Bild 8 in gruppierten Lochungen die Zahl 124 an.

Benutzt der Polizeibeamte den schon erwähnten Zeiger und stellt ihn auf ein Feld der Skala ein, so erhält die Nummer — im vorliegenden Falle 124 — ein Vorzeichen, gegeben durch Lochungen gleicher Art. Die Zahl der Lochungen läßt erkennen, was von dem Rufenden gewünscht wird, z. B. das Rettungsamt, das Überfallkommando usw. Da jede Meldernummer aus einer dreistelligen Zahl besteht, ist ein Irrtum durch das Vorzeichen nicht zu befürchten.

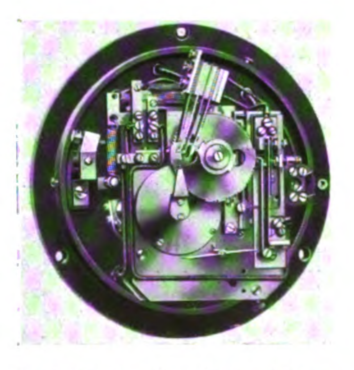


Bild 10. Lauf- und Kontaktwerk des Melders. *TWL*

Wird die innere Tür des Polizeimelders (Bild 9) geöffnet, so zeigen sich unter dem in besonderem dosenförmigen Gehäuse untergebrachten Lauf- und Kontaktwerk (Bild 10) des Melders ein Wecker, die Blitzschutzvorrichtung sowie der Anrufkontakt für die Telephoneinrichtung. Der Wecker, der im Innern

Digitized by Google

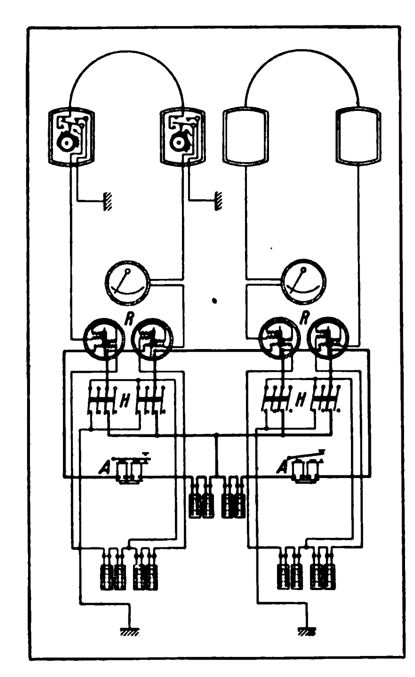


Bild 11. Stromlauf bei Eingang von zwei Meldungen aus einer Schleife. *TWL*

des Melders angebracht ist, ertönt und gibt in Einzelschlägen die Nummer eines etwa schon in der Linie ausgelösten Melders, sobald die äußere Tür des zweiten Melders geöffnet wird. Ein Polizeibeamter, der den Melder benutzen will, hört aber sofort, ob auf der Linie schon eine Meldung läuft, und muß mit der Abgabe seiner Meldung warten, bis das Zeichen verstummt ist. Eine nennenswerte Verzögerung tritt hierdurch nicht ein, da die ganze Meldung nur wenige Sekunden dauert. Indes besteht auch gar kein Bedenken dagegen, die zweite Meldung auf der gleichen Linie sofort abzugeben, da die Schaltung des ganzen Systems so eingerichtet ist, daß auch bei gleichzeitigem Einlaufen zweier Meldungen auf einer Linie die Zeichen nicht verstümmelt werden. Das Schaltbild (Bild 11) zeigt, wie dies erreicht wird. Es ist erkennbar, daß die Kontaktvorrichtung im Melder nicht nur mit der Schleife, in der der Melder liegt, verbunden worden ist, sondern ein zweiter Kontakt, der bei jeder Bewegung des Hauptkontaktes berührt wird, steht mit Erde in Verbindung. Die Mitte der Schleifenbatterie ist gleichfalls mit Erde verbunden, und zwar über die mit H bezeichneten Halterelais. Beim Auslösen eines jeden Melders sprechen diese Halterelais H an, ihre Anker bleiben während des Einlaufens der Meldungen angezogen, so daß also auch neben anderen Umschaltungen, die durch den Ankeranzug erfolgen, die Schleifenbatterie während des Einganges der Meldung mit Erde in Verbindung bleibt. Das Schaltbild zeigt klar die Stromläufe, die sich beim gleichzeitigen Eingehen zweier Meldungen ergeben. Die beiden ablaufenden Melder erhalten ihren Strom über je einen Leitungszweig von der Batterie bis zum Melder. Dieser Leitungszweig verläuft über je eines der beiden Relais R zum ausgelösten Melder.

Bild 12. Lochung bei gleichzeitigem Eingang zweier Meldungen aus einer Schleife.

Der weitere Stromverlauf ist, wie in geschlossener Schleife, normal, falls zufällig beide Melder auf Kontaktschluß stehen. Steht aber ein Kontakt, wie in Bild 11 gezeichnet, auf Unterbrechung, so ist der Schleifenweg gesperrt, und der Stromimpuls verläuft über Erde. In diesem Fall ergibt sich natürlich auf dem Streifen des Registrierapparats ein anderes Bild. Nunmehr sind nicht zwei gleiche Zahlen durch die Lochgruppierungen ablesbar, sondern es stehen, wie Bild 12 zeigt, verschiedene Lochungen einander gegenüber. Dieses Bild verschiebt sich wiederum, wenn ein Melder schon einen Teil seiner Zeichen abgegeben hat, während der zweite etwas später ausgelöst wird; aber in jedem Falle geht unverstümmelt die richtige Nummer jedes der beiden Melder ein.

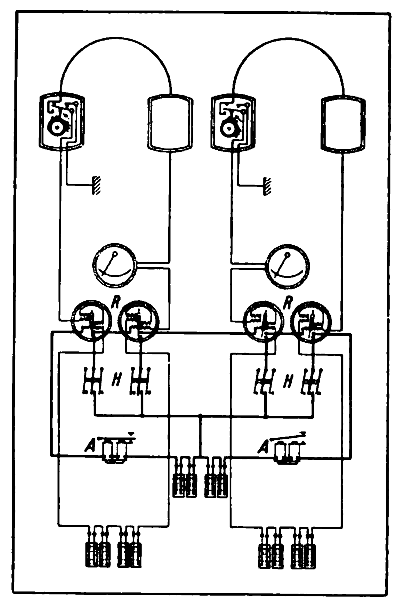


Bild 13. Stromlauf beim Eingehen von zwei Meldungen aus zwei Schleifen. *TWL*

Da die lokale Schleife für je zwei Melderschleifen gemeinsam ist, ergibt sich, wenn je ein Melder in je einer der beiden Schleifen ausgelöst wird, ein Stromlauf, wie ihn Bild 13 zeigt. In diesem Fall arbeiten alle vier Schleifenrelais R der beiden Melderschleifen paarweise auf je eines der zugehörigen Locherrelais. Das Bild auf dem Streifen des Registrierapparats ist dann genau das gleiche wie bei Abgabe zweier Meldungen aus einer Schleife und wie in Bild 12 dargestellt.

Ein Leitungsbruch in irgendeiner Melderschleife muß ebenso wie die erste Unterbrechung an der Typenscheibe eines Melders den Abfall der Linienrelais R bewirken (Bild 14); ebenso wie bei Abgabe einer Meldung und der dadurch

Digitized by Google

erzeugten Unterbrechung leuchten dann auch gleichzeitig die Schleifenlampen B auf, und es ertönt ein Signalwecker.

Durch Umlegen zweier unter den Schleifenlampen befindlicher Schalter C wird die Mitte der Schleifenbatterie mit der Erde verbunden. Durch Druck auf die Abstelltaste T werden die Halterelais H zum Abfall gebracht und damit Lampen und Wecker ausgeschaltet. Die Schleifenleitung ist nun in zwei Strahlenleitungen zerlegt; je eine dieser Strahlenleitungen bildet mit den zugehörigen Schleifenrelais und der halben Schleifenbatterie einen gesonderten Stromkreis. Gleichzeitig werden durch das Umlegen der Schalter C die oberen Kontakte der in Arbeitsstromschaltung verbleibenden Schleifenrelais R vertauscht, so daß die angeschlossenen Halterelais H nicht wie in normalem Zustande der Anlage bei Ankerabfall, sondern nur bei Ankeranzug eingeschaltet werden. Schließlich wird durch das Umlegen der Schalter bewirkt, daß die eingehenden Meldungen über beide Locherrelais A verlaufen; es arbeiten also beide Locher wie bei geschlossener Schleife. Nach Umlegen der Schalter C in der gebrochenen Schleife tritt also ein Zustand ein, der den Eingang der Meldungen in genau gleicher Weise gewährleistet wie in einer ungebrochenen Schleife.

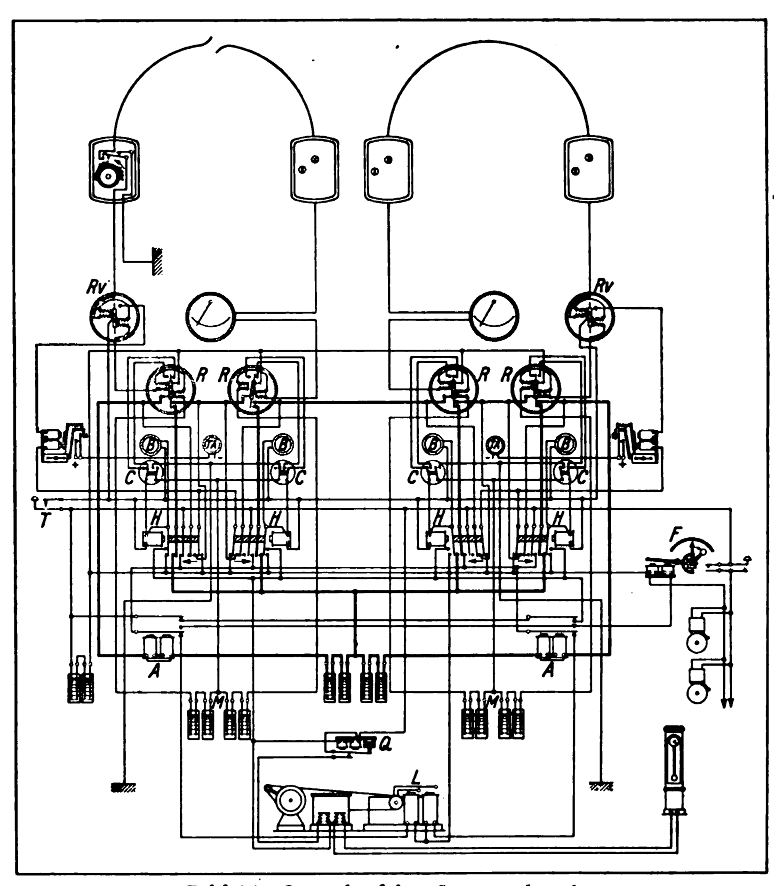


Bild 14. Stromlauf bei Leitungsbruch.

TWL

Wie schon erwähnt, kann der Polizeibeamte bei Abgabe einer Meldung einen Zeiger auf eines der sieben Felder einer vorhandenen Skala einstellen, wodurch die Meldung ein Vorzeichen erhält. Beim Einstellen des Zeigers auf eines der ersten vier Felder leuchten mit Eingang der Meldung die Schleifenlampen an der Schalttafel dauernd, und außerdem ertönt ein Alarmwecker, der die eingehende Rufmeldung kennzeichnet. Da der Rufalarm nicht bei jeder Unterbrechung — wie z. B. durch Leitungsbruch gegeben — erwünscht ist, ist mit Hilfe eines eigenartigen Alarmschalters, der die Glocke erst nach viermaligem Schluß und viermaliger Unterbrechung einschaltet, diese unnötige Alarmierung unterbunden. Wie der Alarmschalter betätigt wird, ist in Bild 14 dargestellt; es geschieht über die Locherrelais A.

Durch das Einstellen des Zeigers auf eins der drei letzten Felder der erwähnten Skala im Melder wird ein Widerstand parallel zu dem Kontakt der Typenscheibe geschaltet, so daß keine Stromunterbrechungen mehr eintreten, sondern nur Stromschwächungen. Auf diese sprechen nicht mehr die Linienrelais R und damit auch nicht die Linienlampen und der Alarmschalter an, sondern ein entsprechend empfindliches Relais Rv (Bild 14), das beim Eingang von Alarmmeldungen durch die Halterelais H ausgeschaltet wird. Die drei letzten Felder mit ihren entsprechenden Vorzeichen dienen lediglich Kontrollzwecken. Es kann also durch Bestimmung festgelegt werden, daß die Polizeimannschaften bei ihren Rundgängen jeden Melder, der auf ihrem Wege liegt, zu öffnen und nun eine derartige Kontrollmeldung abzugeben haben; damit sind die Zentralstellen immer unterrichtet, wo sich die Streife zur Zeit befindet, und infolgedessen — wie später näher erläutert wird — in der Lage, die unterwegs befindlichen Mannschaften zu erreichen.

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

Die Verrechnung elektrischer Energie unter Berücksichtigung der Blindströme

Von Dr.-Ing. W. v. Krukowski, Oberingenieur im Zählerwerk der SSW[1]).

I. Einleitung.

Seit einigen Jahren steht fast immer bei Abschluß neuer Tarife für die Verrechnung der elektrischen Energie die Berücksichtigung des Blindstromes im Vordergrund der Überlegungen. Im Jahre 1921 hat der Verfasser in dieser Zeitschrift[2]) über den damaligen Stand der Blindstromfrage berichtet. Inzwischen ist die Literatur über diesen Gegenstand recht umfangreich geworden. Leider ist aber durch die vielen Vorschläge in der letzten Zeit eher eine Verwirrung als eine Klärung eingetreten. Im folgenden wird deshalb versucht, eine Übersicht über die neuzeitlichen Verrechnungs- und Meßverfahren zur Berücksichtigung des Blindstromes zu geben. Der zur Verfügung stehende Raum zwingt jedoch, sich nur auf das Wesentliche zu beschränken.

Den folgenden theoretischen Betrachtungen ist, wie üblich, der Einfachheit halber Einphasenstrom zugrunde gelegt, da die sinngemäße Anwendung für Drehstrom keine Schwierigkeiten macht.

Bevor zu dem eigentlichen Thema übergegangen wird, mögen noch einige Grundbegriffe zusammengefaßt werden. In einer Wechsel- bzw. Drehstromanlage ist im allgemeinen der Strom J (Bild 1) gegen die Klemmenspannung E, beide Effektivwerte, um den Winkel φ zeitlich verschoben, wobei im Diagramm angenommen ist, daß der Strom J der Spannung E nacheilt, wie dies beispielsweise bei einer Drosselspule der Fall ist. Man denkt sich nun den Strom zerlegt in den in Phase mit E liegenden Wirkstrom $J_w = J \cos\varphi$ und den senkrecht hierzu liegenden Blindstrom $J_b = J \sin\varphi$. Es ist dann die Leistung $N = E J_w = E J \cos\varphi$, die Blindlast $N_b = E J \sin\varphi$, und die Scheinlast $N_s = E J$.

Die bei dem oben angenommenen Belastungsfall während der Zeit t entnommene oder gelieferte Arbeit, der Wirkverbrauch, berechnet sich zu $A = N \cdot t = E J_w \cdot t = E J \cos\varphi \cdot t$ und der Blindverbrauch zu $A_b = N_b \cdot t = E J_b \cdot t = E J \sin\varphi \cdot t$ und der Scheinverbrauch zu $A_s = N_s \cdot t = E J \cdot t$. Es ist ferner der Leistungsfaktor $\cos\varphi = \frac{J_w}{J} = \frac{N}{N_s} = \frac{A}{A_s}$, entsprechend $\sin\varphi = \frac{J_b}{J} = \frac{N_b}{N_s} = \frac{A_b}{A_s}$ und $\operatorname{tg}\varphi = \frac{J_b}{J_w} = \frac{N_b}{N} = \frac{A_b}{A}$.

Ändert sich während eines bestimmten Zeitabschnittes der Belastungszustand, so haben eigentlich nur die Integralwerte von A, A_b und A_s, die von Zählern angezeigt werden, eine physikalische Bedeutung; dagegen sind die aus diesen Größen berechneten Werte von $\cos\varphi$, $\sin\varphi$ und $\operatorname{tg}\varphi$ nur „Mittelwerte", die für die Verrechnung eine gewisse Rolle spielen, physikalisch jedoch keine Bedeutung haben.

Die Einheiten der in Frage kommenden Größen sind in der Praxis die folgenden: Spannung Volt (V) oder Kilovolt (kV), Stromstärke Ampere (A), Leistung Kilowatt (kW) oder Megawatt (MW), Blindlast Blindkilovoltampere (bkVA) oder Kilosin (ksin) [weniger zweckmäßig erscheint das Blindkilowatt (bkW)], Scheinlast Kilovoltampere (kVA), Wirkverbrauch Kilowattstunde (kWh), Blindverbrauch Blindkilovoltamperestunde (bkVAh) bzw. Kilosinstunde (ksinh) oder Blindkilowattstunde (bkWh), Scheinverbrauch Kilovoltamperestunde (kVAh).

Von größter Wichtigkeit bei der Behandlung der Blindströme ist die Berücksichtigung des Vorzeichens. Alle Größen müssen von einem eindeutig festgelegten Standpunkt aus betrachtet werden. Es möge unterschieden werden zwischen der „Zentrale" und dem „Abnehmer", wobei unter Abnehmer eine beliebige an das Netz der Zentrale angeschlossene Anlage verstanden wird. Dies kann also auch ein Kraftwerk sein, das

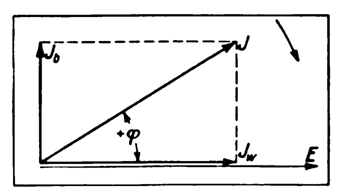


Bild 1. Zerlegung des Stromes in Wirk- und Blindstrom.

TWL

[1]) Der vorliegende Aufsatz lehnt sich inhaltlich an die wichtigsten Teile der vom Verfasser im Oktober 1922 in Köln und im März 1924 in Halle a. S. gehaltenen Vorträge an.

[2]) „Die Blindströme, die zu ihrer Berücksichtigung dienenden Zähler und deren Anwendung zur Verrechnung der elektrischen Energie", cos φ-Sonderheft der Siemens-Zeitschrift und erweiterter Sonderabdruck: Druckschrift 1348 der SSW.

Digitized by Google

gegebenenfalls ein eigenes Versorgungsgebiet hat. Als Zentrale wird zweckmäßigerweise das größere und wichtigere Werk, das vorwiegend an die Abnehmer Energie liefert, bezeichnet. Es mögen nun alle Größen vom Standpunkt der Zentrale aus betrachtet werden.

Im nebenstehenden Vektordiagramm (Bild 2) ist E die von der Zentrale erzeugte Verbrauchsspannung; ihr entgegengesetzt gerichtet ist die gestrichelt gezeichnete Gegen-EMK des Abnehmers — E, die gleichzeitig die Spannung vom Standpunkt des Abnehmers aus betrachtet ist. Wird beim Abnehmer als Verbrauchsapparat ein induktionsfreier Widerstand, beispielsweise eine Glühlampe, eingeschaltet, so liefert die Zentrale an den Abnehmer nur Wirkstrom. Dieser Wirkstrom $+ J_w$ ist vom Standpunkt der Zentrale aus als positiv anzunehmen. Für den diesem Strom entsprechenden positiven Wirkverbrauch $+ A$ hat die Zentrale von dem Abnehmer eine Vergütung zu beanspruchen. Ein positiver Wirkstrom $+ J_w$ tritt auch dann auf, wenn eine beim Abnehmer aufgestellte Synchronmaschine als Motor läuft. Falls diese Synchronmaschine durch eine Kraftmaschine angetrieben wird und als Generator auf das Netz arbeitet, so liefert der Abnehmer jetzt Energie an die Zentrale bzw. deren Netz zurück. In diesem Fall tritt der negative Wirkstrom $- J_w$ auf, der um 180° gegen $+ J_w$ umgeklappt im Diagramm eingezeichnet ist. Die Zentrale bezieht vom Abnehmer Energie, sie hat für diesen von ihrem Standpunkt aus negativen Wirkverbrauch $- A$ an den Abnehmer eine Vergütung zu zahlen. Bei dieser Betrachtung wurde angenommen, daß die Synchronmaschine derart erregt ist, daß sie mit $\cos \varphi = 1$ arbeitet.

Schaltet der Abnehmer an Stelle des induktionsfreien Widerstandes oder der mit $\cos \varphi = 1$ arbeitenden Synchronmaschine eine reine Induktivität ein, so liefert jetzt die Zentrale an den Abnehmer den positiven Blindstrom (Magnetisierungsstrom) $+ J_b$, der der Verbrauchsspannung E um 90° nacheilt. Für den entsprechenden positiven Blindverbrauch $+ A_b$ hat der Abnehmer, wie beim positiven Wirkverbrauch, eine bestimmte Vergütung an die Zentrale zu zahlen.

Schaltet der Abnehmer an Stelle der Induktivität einen Kondensator ein, so hat der dabei auftretende Kapazitätsstrom entgegengesetzte Richtung wie der Magnetisierungsstrom; wir haben es jetzt mit dem negativen Blindstrom $-J_b$ zu tun, der um 180° gegen $+J_b$ umgeklappt im Diagramm eingetragen ist. Dieser Strom kann als ein vom Abnehmer an die Zentrale gelieferter Magnetisierungsstrom betrachtet werden. Für den entsprechenden negativen Blindverbrauch $- A_b$ hat der Abnehmer, ähnlich wie beim negativen Wirkstrom, eine Vergütung von der Zentrale zu beanspruchen.

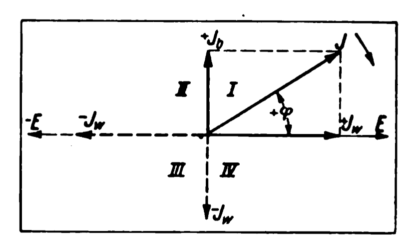


Bild 2. Vorzeichen des Wirk- und Blindstromes. *TWL*

Praktisch kommt ein reiner Blindstrom nicht in Frage, gleichzeitig mit dem Blindstrom tritt immer ein Wirkstrom auf; die beiden Ströme setzen sich zu dem Gesamtstrom J zusammen. Es ist noch folgendes zu beachten: Eine Synchronmaschine arbeitet mit reinem Wirkstrom, gleichgültig ob als Motor oder Generator, wenn sie so erregt ist, daß das zur Erzeugung der Gegen-EMK erforderliche magnetische Feld von der Gleichstromseite aus erregt wird. Ist die Maschine schwächer erregt, so bezieht sie den fehlenden Magnetisierungsstrom von der Zentrale, ist sie übererregt, so bezieht sie den negativen, entmagnetisierenden Strom. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei kompensierten Asynchronmotoren u. dgl.

Der Gesamtstrom J kann je nach dem Vorzeichen des gleichzeitig auftretenden Wirk- und Blindstromes in allen vier Quadranten liegen. Die folgende Tafel gibt hierüber näheren Aufschluß.

Im Grunde genommen ist es gleichgültig, in welcher Richtung man im Diagramm E aufträgt und welche Drehrichtung man wählt, jedoch bringt die gewählte Darstellung den großen Vorteil, daß sie sich an die in der Trigonometrie übliche Darstellung vollständig anlehnt. Es ist, wie leicht ersichtlich, zweckmäßig, Wirk- und Blindstrom bzw. Wirk- und Blindverbrauch vollständig unabhängig voneinander zu behandeln, denn die Einführung des Begriffes Vor- und Nacheilung führt erfahrungsgemäß leicht zu Unklarheiten und Mißverständnissen.

Digitized by Google

Quadrant	Belastungsfall	Vorzeichen	
		von J_w u. A	von J_b u. A_b
I	Zentrale liefert Energie an den Abnehmer, der seine Anlage induktiv belastet hat. J und J_b eilen J_w und E nach.	+	+
IV	Energielieferung wie in I, jedoch kapazitive Belastung. J und J_b eilen J_w und E vor.	+	—
II	Abnehmer liefert Energie an die Zentrale. J und J_b eilen $-J_w$ und $-E$ vor.	—	+
III	Energielieferung wie in II, jedoch eilen J und J_b $-J_w$ und $-E$ nach.	—	—

II. Der Preis elektrischer Energie.

Der für die Verrechnung maßgebende Preis für elektrische Energie setzt sich aus den Gestehungskosten und dem durch den Verkauf zu erzielenden Verdienst zusammen. Das letzte Glied soll im folgenden außer acht gelassen werden. Was die Selbstkosten anbetrifft, so sind sie gerade bei elektrischer Energie von sehr vielen Faktoren abhängig. Es wird bei der Festsetzung des Preises angestrebt, sie alle möglichst genau zu berücksichtigen und man findet in der Fachliteratur eine ganze Reihe von Abhandlungen, die sich mit diesen Fragen befassen. Es macht jedoch den Eindruck, als ob man sich in vielen Fällen über die Genauigkeit, mit der diese Selbstkosten bestimmbar sind, täuscht.

Die Gestehungskosten elektrischer Energie können bekanntlich in zwei Gruppen getrennt werden: 1. die festen Kosten, 2. die beweglichen Kosten. In erster Linie gehören zu den festen Kosten die Amortisation und Verzinsung des Anlagekapitals, der größte Teil der Löhne und Gehälter und die von der Energieentnahme unabhängigen Verluste der Anlage, beispielsweise solche von dauernd eingeschalteten Transformatoren und der in Bereitschaft stehenden Kessel; zu den beweglichen Kosten die Ausgaben für Betriebsstoffe, wie Kohle und dgl.

Es möge zuerst angenommen werden, daß in der Anlage nur Wirkstrom in Erscheinung tritt, bzw. daß es sich um eine Gleichstromanlage handelt. Es ist üblich, den Betrachtungen den idealisierten Fall zugrunde zu legen, bei dem an das Netz des Kraftwerkes ein einziger Abnehmer angeschlossen ist. Ist hierbei die auftretende Höchstbelastung bekannt, so lassen sich die Kosten der für die Leistung erforderlichen Stromerzeugungs- und Fortleitungsanlagen mit genügender Genauigkeit berechnen, desgleichen lassen sich für jeden beliebigen Belastungsfall die beweglichen Kosten bestimmen. Auf Grund dieser Feststellungen wird ein bestimmter Satz (Leistungspreis) für jedes vom Maximumzeiger des Zählers angezeigte Kilowatt und ein weiterer Betrag (Arbeitspreis) für jede vom Zählwerk angezeigte Kilowattstunde festgesetzt. Die gesamten Kosten einer Kilowattstunde stellen sich um so billiger, je größer die Benutzungsstundenzahl ist, weil dann der auf eine Kilowattstunde entfallende Anteil der festen Kosten geringer wird. Falls der Verlauf der Belastungskurve bzw. die Benutzungsstundenzahl, bezogen auf die Maximalbelastung, für den betreffenden Abnehmer bekannt ist, können die festen Kosten durch einen bestimmten in den Kilowattstundenpreis einbezogenen Zuschlag berücksichtigt werden.

Bei genauerer Betrachtung zeigt sich jedoch, daß bereits in dem geschilderten idealen Fall die Bestimmung der festen Kosten mit Hilfe von Maximumzeigern eigentlich nicht möglich ist. Um die Stromlieferung sicherzustellen, müssen die Anlagen der Zentrale für die voraussichtlich auftretende Höchstbelastung des Abnehmers bemessen sein. Bleibt nun während einer Verrechnungsperiode, beispielsweise während eines Jahres, die vom Maximumzeiger angezeigte Höchstlast unter dieser angenommenen Größe, so ist offenbar der auf Grund der Ablesung am Maximumzeiger errechnete Betrag zu niedrig. Der Abnehmer sollte in jedem Fall die gesamten der Zentrale entstandenen Kosten ersetzen.

Digitized by Google

Auch die genaue Bestimmung des Arbeitspreises macht gewisse Schwierigkeiten. Die beweglichen Kosten sind nicht nur durch die Menge der entnommenen Energie, sondern auch durch die dem Quadrate der Stromstärke proportionalen Stromwärmeverluste in der Stromerzeugungs- und Fortleitungsanlage bedingt. Diese Verluste lassen sich in den Arbeitspreis nur unter Zugrundelegung einer bestimmten Stromstärke einbeziehen. Bei schwankender Strombelastung können sie im behandelten idealen Fall mit Hilfe eines Amperequadratstundenzählers berücksichtigt werden. Einen Vorschlag, bei dem die Stromwärmeverluste als eine besondere Grundlage für die Verrechnung dienen, hat Buchholz gemacht.

In der Praxis trifft der Fall, daß nur ein Abnehmer an das Netz der Zentrale angeschlossen ist, fast nie zu, vielmehr sind stets mehrere Abnehmer vorhanden.

In diesem Fall ist eine nur einigermaßen genaue Feststellung der auf die einzelnen Abnehmer entfallenden festen Kosten nicht mehr möglich. Dies läßt sich an Hand eines ganz einfachen Beispiels zeigen: Es mögen an ein und demselben Punkt des Netzes zwei Abnehmer a_1 und a_2 angeschlossen sein. Die Höhe der zu verteilenden festen Kosten hängt wiederum von der Höhe des gesamten Anlagekapitals u. dgl. ab. Würde bei beiden Abnehmern die Höchstbelastung zu gleicher Zeit auftreten, so wären gerechterweise die errechneten gesamten festen Kosten proportional den Angaben der bei den Abnehmern eingebauten Maximumzeiger zu verteilen. Tritt das Maximum, wie dies ja meist der Fall sein wird, bei a_1 und a_2 nicht zur gleichen Zeit auf, so wäre es vom Standpunkt der Zentrale aus eigentlich gerecht, die festen Kosten nicht proportional den Angaben der Maximumzeiger, sondern proportional den während der gemeinschaftlichen Spitze aufgetretenen Einzelbelastungen zu verteilen. Wenn beispielsweise die Maximalbelastung der Zentrale 3000 kW betrug und im Moment des Auftretens dieser Belastung a_1 1000 kW und a_2 2000 kW entnommen hat, so hätte a_2 den doppelten Anteil an festen Kosten zu entrichten wie a_1. Nun seien die Angaben der Maximumzeiger bei beiden Abnehmern 2000 kW. Dann leuchtet es ohne weiteres ein, daß es wenigstens vom Standpunkt der Abnehmer aus gerecht wäre, a_1 und a_2 in gleicher Weise zur Tragung der festen Kosten heranzuziehen. Wenn man ferner berücksichtigt, daß die Ermittlung der Belastung im Momente der Höchstbelastung der Zentrale praktisch nicht möglich ist, so bleibt nichts mehr übrig, als die Angaben der Maximumzeiger zugrunde zu legen. Man muß sich nur im klaren sein, daß dabei von einer genauen Berücksichtigung der Kosten keine Rede ist.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Stromwärmeverlusten. Wenn zwei oder mehrere Abnehmer vorhanden sind, so sind die Verluste nicht von dem Strom jedes einzelnen Abnehmers abhängig, sondern von dem gesamten aufgetretenen Strom. Wäre der Abnehmer a_1 allein angeschlossen, so könnten die Verluste nach dem Obigen durch Zuhilfenahme eines Amperequadratstundenzählers bestimmt werden. Wenn dieser Abnehmer z. B. seine Anlage mit 5 A belastet, so wären die Verluste und die Angaben des Amperequadratstundenzählers proportional $5^2 = 25$, bei 10 A proportional $10^2 = 100$. Belastet nun der Abnehmer a_1 seine Anlage mit 5 A und a_2 gleichfalls mit 5 A, so sind offenbar die gesamten Verluste wiederum proportional 100, die aus den Angaben der beiden Zähler sich errechnende Summe jedoch proportional 50. Dieses einfache Beispiel zeigt, daß die Angaben der Amperequadratstundenzähler keine brauchbaren Unterlagen zur Tarifgestaltung geben können, vielmehr können die Verluste praktisch nur durch einen bestimmten, in den Kilowattstundenpreis einbezogenen Zuschlag berücksichtigt werden. Durch diese Überlegungen sind die Grundlagen für die Verrechnung in Gleichstromanlagen bzw. in Wechselstromanlagen bei induktionsfreier Belastung gegeben.

Eine weitere Komplikation tritt in Wechsel- und Drehstromanlagen durch den Blindstrom ein. Dieser hat Einfluß sowohl auf die festen wie auf die beweglichen Kosten. Durch Hinzutreten des Blindstromes wird bei gleicher Leistung der Gesamtstrom größer, und zwar ist er $J = \sqrt{J_w^2 + J_b^2}$. Für diesen größeren Strom muß der elektrische Teil der Anlage bemessen sein. Die Bemessung des Antriebteiles, beispielsweise der Dampfturbinen u. dgl. richtet sich beim Projektieren nach der erwarteten Höchstleistung, also dem Wirkstrom. Nichtsdesto-

Digitized by Google

weniger ist die Annahme unzutreffend, daß die Entnahme von Blindstrom nur die Größe der auf den elektrischen Teil der Anlage entfallenden festen Kosten beeinflußt, vielmehr ist auch der Blindstrom auf den Dampfteil nicht ohne Einfluß, und umgekehrt kann unter Umständen eine Verminderung des Blindstromes keine bessere Ausnutzung des elektrischen Teiles ermöglichen. Es sei in einer Anlage ein Turbogenerator für 1000 kVA und $\cos\varphi = 0{,}8$ aufgestellt. Demnach ist die Dampfturbine für 800 kW bemessen. Wenn eine Leistung von 800 kW bei $\cos\varphi = 0{,}8$ entnommen wird, so ist die ganze Maschine voll ausgenutzt; bei $\cos\varphi = 0{,}5$ und 1000 kVA ist der elektrische Teil bereits voll belastet. Der Dampfteil ist bei der Belastung von $1000 \cdot 0{,}5 = 500$ kW zwar nur zu 62,5 v. H. ausgenutzt, kann aber zu einer weiteren Leistungsabgabe nicht herangezogen werden, weil die Turbine mit dem Generator ein Ganzes bildet. Umgekehrt wäre bei $\cos\varphi = 1$ und 800 kW die Turbine voll ausgenutzt, der Generator dagegen nur mit 80 v. H.; er ist aber trotzdem im allgemeinen als voll ausgenutzt zu betrachten. In besonderen Fällen läßt sich der Generator zum Zwecke der Phasenkompensation noch mit heranziehen. Bei der obigen Betrachtung ist die übliche Überlastungsfähigkeit der Maschine außer acht gelassen, ferner auch der Umstand, daß eine Maschine, die für $\cos\varphi = 0{,}8$ gebaut ist, unter Umständen bei $\cos\varphi = 0{,}5$ überhaupt die normale Scheinlast nicht abgeben kann.

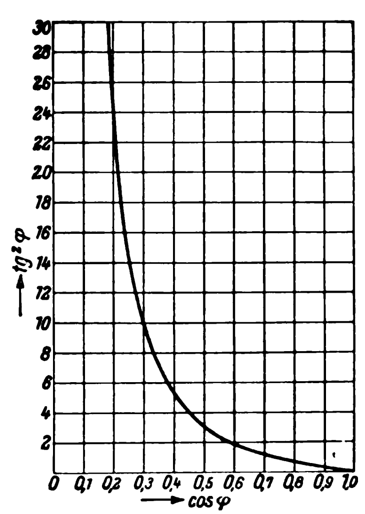


Bild 3. $tg^2\,\varphi$ als Funktion von $\cos\varphi$.

TWL

Die Tatsache, daß für die Bemessung des elektrischen Teils der Gesamtstrom maßgebend ist, hat dazu geführt, daß man in der letzten Zeit vielfach an Stelle der Messung der maximalen Leistung zur Messung der maximalen Scheinlast, also der maximalen Kilovoltampere übergegangen ist. Diese auf den ersten Blick richtige Messung hat aber auch keinen Anspruch darauf, daß sie die Bereitstellungskosten genau zu berücksichtigen erlaubt, denn es ist leicht einzusehen, daß es nicht gleichgültig ist, ob ein Abnehmer eine bestimmte Scheinlast bei $\cos\varphi = 1$ oder $\cos\varphi = 0{,}5$ entnimmt. Genaue Untersuchungen haben gezeigt, daß die Kosten der verschiedenen Teile einer Stromerzeugungs- und Fortleitungsanlage von dem Maximalwert einer Größe $A_k = A + k \cdot A_b$ abhängen, wobei die Konstante k für verschiedene Teile der Anlage (Generatoren, Transformatoren, Leitungen usw.) verschiedene Werte hat. Auch unter der Annahme, daß die Kosten der Anlage proportional der Scheinlast sind, wäre ihre Verteilung proportional den Angaben von Maximumscheinverbrauchzählern offenbar unrichtig. Wenn beispielsweise von den oben angenommenen Abnehmern a_1 1000 kVA bei $\cos\varphi = 1$ entnimmt und a_2 1000 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}5$, so ist die gleiche Heranziehung der beiden Abnehmer zur Deckung der festen Kosten offensichtlich unrichtig, vielmehr muß der Abnehmer a_1 weniger bezahlen als a_2. Ferner ist zu berücksichtigen, daß die gesamte von der Zentrale zu liefernde Scheinlast gleich der geometrischen, nicht der arithmetischen Summe beider Scheinlasten ist.

Was den Einfluß des Blindstromes auf die beweglichen Kosten anbetrifft, so verursacht die Erhöhung des Stromes naturgemäß eine Erhöhung der Verluste. Da die Verluste proportional $J^2 = J_w^2 + J_b^2$ sind, so folgt daraus, daß die durch den Blindstrom bedingten Verluste sich arithmetisch zu den durch den Wirkstrom verursachten addieren. Die Verlustvermehrung gegenüber $\cos\varphi = 1$ beträgt $\frac{J_b^2}{J_w^2} = \frac{N_b^2}{N^2} = \frac{A_b^2}{A^2} = tg^2\,\varphi$ (Bild 3). Da der Blindstrom nur als verlustbringende Komponente zu betrachten ist, so ist die erzeugte Kilosinstunde mit etwa dem gleichen Prozentsatz wie der, den man in den Kilowattstundenkosten für die Verluste angenommen hat, zu bewerten.

Die obigen Überlegungen liefern die Unterlagen für die Festlegung der Verfahren zur Verrechnung der Energie zwischen der Zentrale und dem Abnehmer.

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

Das Siemens-Bandmikrophon und der Siemens-Bandsprecher

Von Erwin Gerlach, Ingenieur im Zentrallaboratorium des Wernerwerks.

Das bekannte Kohlekörner-Mikrophon, wie es in allen Fernsprechstellen verwendet wird, ist der einfachste Apparat zum Umsetzen von Schallenergie in elektrischen Wechselstrom. Es ist erstaunlich, mit wie einfachen Mitteln dabei schon sehr gute Sprachwiedergabe erzielt werden kann bei verhältnismäßig großer, vom Kohlemikrophon abgegebener Wechselstromleistung. Diese hohe Leistungsfähigkeit beruht auf einer Relaiswirkung. In dem Mikrophon wird nicht einfach ein Teil der auffallenden Schalleistung in Strom umgesetzt, sondern es wird eine neue Energiequelle, die Mikrophonbatterie, eingesetzt (als „Vorspann") und durch die Schallschwingungen lediglich gesteuert. Diese Relaiswirkung ist ganz erheblich. Um wenigstens eine ungefähre Zahlenangabe zu machen, kann man etwa sagen, daß das Kohlemikrophon 1000000 mal mehr Leistung abgibt, als es aus der Luft aufnimmt. Unter diesen Umständen war es offenbar unmöglich, praktisch leistungsfähige Mikrophone ohne Relaiswirkung, d. h. mit direkter Umsetzung von Schallarbeit in elektrische Arbeit, zu bauen, solange es keine Verstärker gab, weil die aufgenommene Schallarbeit stets sehr klein ist. Physikalische Verfahren für solche direkte Umwandlungen waren seit langem bekannt, aber erst die Entwicklung der Verstärkerröhre zu einem technisch einwandfreien Apparat ermöglichte es, erfolgreiche Versuche in dieser Richtung zu machen. Daß das gewöhnliche Kopftelephon auch als Mikrophon verwendbar ist, dürfte bekannt sein. Die ursprüngliche Anordnung von Bell hatte überhaupt an jedem Ende der Leitung nur einen Kopfhörer, der zum Sprechen und Hören diente. Eine andere physikalische Grundlage für Mikrophonzwecke bildet das Kondensatorprinzip. Hierbei benutzt man die Spannungsänderungen, die an den Belegungen eines Kondensators entstehen, wenn (z. B. durch die Schallschwingungen) der Abstand der Belegungen geändert wird. Ein anderer eigenartiger, für akustisch-elektrische Zwecke verwendbarer Effekt liegt bei den piëzoelektrischen Kristallen vor: Bestimmte Kristalle liefern an zwei gegenüberliegenden Kristallflächen eine elektrische Spannungsdifferenz, wenn sie einem mechanischen Druck ausgesetzt werden. Läßt man die Druckschwankungen der Luft, wie sie im Schallvorgang gebildet werden, auf einen solchen Kristall wirken, so erhält man in den elektrischen Spannungsschwankungen an den Kristallflächen ein getreues Abbild der Schall-Druckschwankungen, d. h. ein Abbild des Schalles überhaupt. Noch wieder ein anderes, in neuester Zeit bekannt gewordenes Prinzip wird beim Kathodophon verwendet. Ein schwacher elektrischer Strom wird über eine kurze Luftstrecke geleitet. Zu diesem Zwecke muß die Kathode durch eine Hilfsstromquelle dauernd auf Glühtemperatur gehalten werden, damit eine Ionisierung der Luftstrecke eintritt. Der Ionenstrom in dieser Luftstrecke wird nun durch den Schall mit Hilfe eines Trichters, der in eine düsenartige Spitze ausläuft, beeinflußt.

Mit Ausnahme des Kohlekörner-Mikrophons und des Kathodophons sind die oben skizzierten Mikrophone „umkehrbar", d. h. sie wirken als Telephone oder Schallsender, wenn man ihnen elektrische Leistung in Gestalt von Sprechstrom zuführt. (Als Umkehrung des Kathodophons könnte man höchstens die bekannte sprechende Bogenlampe bezeichnen.) Das Siemens-Bandmikrophon und der Siemens-Bandsprecher, deren Betrachtung wir uns nunmehr zuwenden, sind zwei Apparate, bei denen das Prinzip der Umkehrbarkeit ebenfalls vollständig erfüllt ist. Sie verhalten sich zueinander wie Dynamomaschine und Motor, zwischen denen z. B. für den Fall der Gleichstrom-Nebenschlußmaschine auch durchaus kein Unterschied besteht. Die physikalische Grundlage ist folgende:

A. Bewegt man einen Leiter im Magnetfelde, so entsteht eine elektrische Spannung, und B. schickt man durch einen Leiter im Magnetfeld Strom, so wird der Leiter in Bewegung gesetzt. Soll dieses Prinzip für akustisch-elektrische Zwecke verwendet werden, so wird es sich offenbar darum handeln, die Bewegungen des Leiters im Magnetfelde möglichst gut auf die Luft zu übertragen (Telephon) und umgekehrt möglichst viel von den Luftbewegungen in der Schallwelle auf den Leiter

Digitized by Google

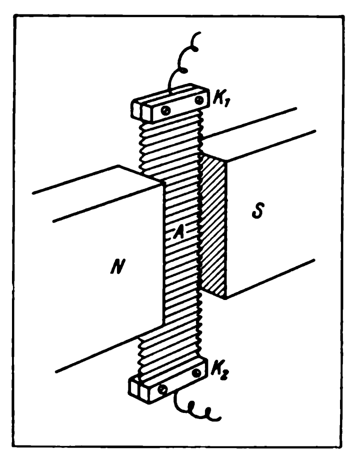


Bild 1. Schematische Skizze der Anordnung.
TWL

(Mikrophon). Zu diesem Zwecke hat schon Werner von Siemens dem Stromleiter die Gestalt einer runden Spule gegeben, die in dem kreisförmigen Feld eines Topfmagneten schwebt und mit einer Membran fest verbunden ist. Bei dieser Konstruktion sind indessen die in Bewegung zu setzenden Massen (Spule, Spulenarmatur, Membran) ziemlich erheblich. Benutzt man dagegen, wie es bei dem neuen Siemens-Bandsprecher geschehen ist, den Stromleiter selbst als „Membran", so kommt man offenbar mit ganz erheblich geringeren Gewichten aus. Der Leiter erhält dann die Gestalt eines breiten, aber sehr dünnen Bandes, dessen Masse nur noch wenige Milligramm beträgt. Als Bandmaterial eignen sich für diese Zwecke am besten Aluminiumlegierungen, die mit geringem Gewicht gute elektrische Leitfähigkeit vereinen.

In Bild 1 ist die Anordnung schematisch dargestellt. N und S sind die Pole eines Magneten

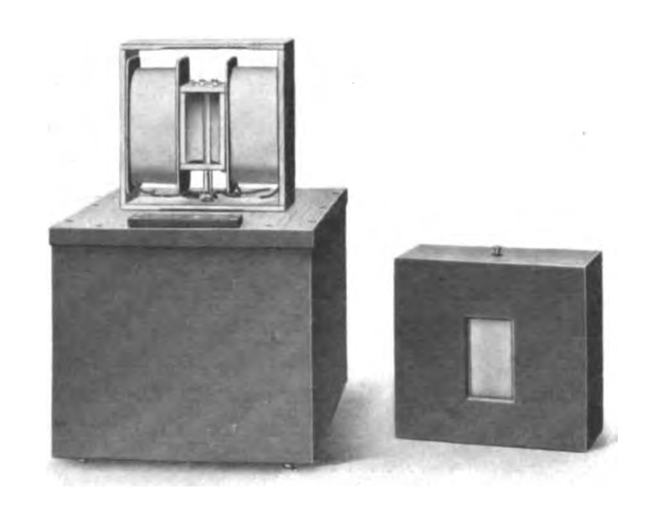

TWL

Bild 2. Das Mikrophon.

und zwar Elektromagneten oder Permanentmagneten. Zwischen diesen Polen befindet sich die Aluminiummembran A, die an den Schmalseiten durch die breiten, als Stromzuführungen dienenden Klemmleisten K_1 und K_2 gehalten wird. Die Kraftlinien des Magnetfeldes verlaufen parallel zu der Ebene des Bandes, während die Stromrichtung (von K_1 und K_2) senkrecht auf der Richtung der Kraftlinien steht. Nach bekannten Regeln wirkt somit die bei Stromdurchgang durch das Band entstehende Kraft so, daß eine Verschiebung des Bandes parallel zu seiner Ebene zustande kommt.

In Bild 1 ist bereits angedeutet, daß das Band mit einer großen Zahl von feinen Querriffeln versehen ist. Dies hat den Zweck, die Quersteifigkeit des Bandes zu erhöhen, vor allem aber wird dadurch erreicht, daß das Band sehr erhebliche Amplituden machen kann, ohne daß dabei nennenswerte rücktreibende Kräfte auftreten.

Eine weitere beabsichtigte Folge dieser eine sehr weiche Federung bietenden Anordnung des Bandes ist das Unhörbarwerden seiner Eigenschwingung, weil die Eigenschwingungszahl kleiner wird als die untere Hörgrenze, die bei etwa 16 Schwingungen in der Sekunde liegt. Nun spielt zwar die Eigenschwingung bei diesen dünnen Bändern keine bedeutende Rolle, weil die Luftdämpfung und die Dämpfung in dem Magnetfelde, in dem sie schwingen, ausgeprägte Resonanzlagen nicht zustande kommen lassen; immerhin aber wird durch die genannte Maßnahme von vornherein jede Bevorzugung von Tonbereichen durch Resonanz ausgeschlossen.

Weiter erhöht wird die Elastizität des Bandes, im besonderen für Lautsprecherzwecke, durch Federung der Klemmstellen K_1 und K_2 (in Bild 1 nicht gezeichnet), wie man sie beispielsweise durch Blattfedern erzielen kann.

Die eben angestellten Erwägungen gelten in gleichem Maße für das Mikrophon sowohl wie für den Lautsprecher. Im äußeren Aufbau sind infolgedessen beide Apparate gleich und lediglich durch die Ausmaße verschieden.

Da die elektrische Energie, die das Bandmikrophon liefert, bequem und völlig einwandfrei verstärkt werden kann, ist es nicht so wichtig, daß der Wirkungsgrad des Mikrophons so hoch wie irgend möglich gemacht wird. Man kommt vielmehr mit Permanentmagneten völlig aus und braucht auch nicht den Schall durch Trichter auf das Band zu konzentrieren. Auch kann man das Mikrophon-Aluminiumband sehr dünn machen

Digitized by Google

(wenige tausendstel Millimeter), da man auf die Festigkeit des Bandes, im Gegensatz zum Lautsprecher, keine Rücksicht zu nehmen braucht. Ein so dünnes Band macht die Schallschwingungen der Luft praktisch ohne jede Trägheitswirkung mit. Auch die höchsten Töne von 20 000 Schwingungen in der Sekunde werden anstandslos vom Mikrophon aufgenommen.

In Bild 2 ist ein Bandmikrophon dargestellt, und zwar mit einem Elektromagnetfelde, das von der Heizbatterie der Verstärkerschaltung aus erregt wird. Man sieht in der Mitte zwischen den beiden Erregerspulen das geriffelte Band (mit einer Breite von 4 mm) lotrecht angeordnet. In dem Kasten unter dem eigentlichen Mikrophon befindet sich ein Verstärker.

Wie bei allen Mikrophonen mit direkter Umsetzung von akustischer in elektrische Arbeit ist die vom Bandmikrophon gelieferte Energie wesentlich kleiner als bei einem Kohlemikrophon. Etwa zwei Verstärkerstufen sind erforderlich, um auf die Lautstärke eines guten Postmikrophons zu kommen. Soll die Wiedergabe in dem Bandlautsprecher erfolgen, so braucht man noch weitere drei Stufen zur Verstärkung. Aus der letzten Stufe erhält man dann einige Watt Sprechstromleistung und muß natürlich Röhren verwenden, die auch tatsächlich eine solche Leistung hergeben können. Die Schaltung der Röhren in der fünfstufigen Verstärkerschaltung ist die sogenannte C-W-Schaltung, bei der die Spannungsschwankungen an der Anode jedes vorhergehenden Rohres auf das Steuergitter des nächsten Rohres übertragen werden durch eine frequenzunabhängige Kopplung über einen Blockkondensator. Von der letzten Verstärkerröhre wird die Energie durch einen passend bemessenen Endübertrager auf das Aluminiumband des Bandsprechers übertragen.

Je nach der verlangten Leistung kann der Lautsprecher mit einem Permanentmagneten oder mit Elektromagneten hergestellt werden. Bild 3 zeigt einen großen Bandsprecher mit einem starken Elektromagneten, der im Luftspalt ein Feld von etwa 10000 Gauß liefert. Die hierbei verwendeten Bänder sind 1 cm breit und 10 cm lang bei einer Dicke von etwa $^1/_{100}$ mm. Dünnere Bänder haben nicht mehr die mechanische Festigkeit, die immerhin erforderlich ist, soll ein solches Band einen großen Saal im Dauerbetrieb mit Schall erfüllen. Dickere Bänder wiederum haben unnötig hohes Gewicht, wodurch der akustisch-elektrische Wirkungsgrad sinkt.



Bild 3. Großer Bandsprecher. *TWL*

Die in Bild 2 dargestellte Form kann als trichterlos bezeichnet werden. Um eine möglichst ungestörte Schallabstrahlung von dem schwingenden Band zu erzielen, ist zwar der auf dem Bilde sichtbare Trichter aufgesetzt. Dieser ist jedoch so kurz und von so großem Öffnungswinkel, daß eine besondere Trichterwirkung nicht zustandekommt. Bild 4 zeigt den Bandeinsatz des Lautsprechers. Die keilförmigen Stücke sind eiserne Polschuhe, die in entsprechende Stücke an den Polen des Magnetgestelles passen. Die voneinander isolierten Magnetpole dienen gleichzeitig als Stromzuführungen. Für guten Kontakt ist gesorgt durch Vernickelung der Kontaktflächen,

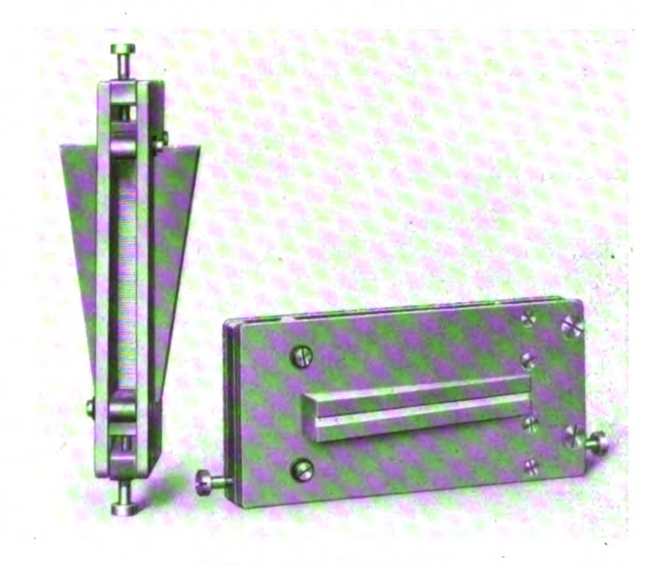


Bild 4. Der Bandeinsatz. *TWL*

im übrigen bringen die Zugkräfte des Magnetfeldes einen mehr als ausreichenden Kontaktdruck zustande. Man kann also die Bandeinsätze aus-

Digitized by Google

tauschen, ohne eine Schraube oder einen Kontakt lösen zu müssen.

Der trichterlose Apparat hat eine größere Lautstärke als die bekannten Systeme mit Trichter. Rüstet man ihn mit einem Trichter aus, so erzielt man noch einen weiteren Gewinn an Lautstärke. Sind die Abmessungen des Trichters kleiner oder etwa von der Größe der Wellenlänge der wiederzugebenden Töne, so muß man neben der verstärkenden Wirkung des Trichters auch die Trichterresonanzen in Kauf nehmen. Ebenso wie die Luftsäule in einer Orgelpfeife wird nämlich auch die Luftsäule, die in einem Trichter eingeschlossen ist, stehende Wellen ausbilden, d. h. in diesem Falle bestimmte Tonbereiche durch besonders starkes Mitschwingen unangenehm hervorheben. Die Wellenlänge der mittleren in der Sprache vorhandenen Frequenzen ist in Luft etwa $^1/_2$ m. Somit zeigen alle Trichter von annähernd solchen Abmessungen (Grammophon) den wenig schönen „Trichtercharakter".

Nimmt man dagegen Trichter von mindestens etwa 4 m Länge und mehr, so bilden sich im Bereich der mittleren Sprechfrequenzen keine stehenden Wellen mehr aus. Versuche mit einem solchen Trichter, der auf dem Dach des Wernerwerkes aufgestellt wurde, haben ergeben, daß in einer Entfernung von mehreren hundert Metern vom Lautsprecher noch jedes Wort mühelos verständlich war.

Technischer Rückblick auf das Jahr 1923

Mitgeteilt vom Literarischen Bureau der SSW.

(Schluß.)

Ein bedeutender Fortschritt in der Herstellung von Hochspannungs-Dreifachkabeln ist dadurch erzielt, daß die SSW diese bis zu Betriebsspannungen von 60 000 V durchgebildet haben. Ein derartiges Kabel wurde bereits in Deutschland verlegt[1]).

In den norwegischen Fjorden haben die SSW im Laufe des Jahres 1923 bemerkenswerte Seekabelverlegungen unter Überwindung erheblicher Schwierigkeiten ausgeführt. Es handelte sich um Starkstromkabel für 22 000 V, die in Einzellängen bis zu 3 km ohne Muffe hergestellt und verlegt wurden[2]).

Die Auswahl an Installationsmaterial hat durch Einführung von Gummischlauchleitungen für transportable Stromverbraucher eine wichtige Bereicherung erfahren[1]).



Bild 12. 60000 V-Kabel auf dem Transport.

[1]) Siemens-Zeitschrift, Februar 1924, S. 62.
[2]) Siemens-Zeitschrift, April 1923, S. 161.

Ein neuer 6 A-Stecker ist durch seine besonders widerstandsfähige und für die Montage besonders einfache Ausführung auf der diesjährigen Frühjahrsmesse vielfach aufgefallen.

Die Rohrdrahtverlegung wurde durch Einführung der „Nullpha"-Rohrdrähte mit eingelegtem blanken Nulleiter vereinfacht und verbilligt.

Für Metalldrahtlampen ohne und mit Gasfüllung wurden neue Leuchten nach wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten durchgebildet, die allseitige Billigung bei Fachgenossen und Abnehmern fanden.

Seit kurzem werden von der Firma Gebr. Siemens & Co. für Scheinwerfer zu Kinoaufnahmen großen Stils außer der bisher allein gebräuchlichen unverkupferten, rotierenden Effektkohle, der der Strom am Brennende zugeführt werden muß, verkupferte Elektroden für Stromstärken bis zu 300 A hergestellt. Diese Kohlen bedürfen keiner Stromzuführung am Brennende und keiner Drehung, woraus sich eine wesentlich einfachere Lampenkonstruktion und größere Betriebssicherheit ergab.

Das Zählerwerk hat sein Arbeitsgebiet durch Aufnahme der Herstellung eines Wasserstoff-Elektrolytzählers sowie eines Eichzählers erweitert. Im Zusammenhang mit den bereits er-

[1]) Siemens-Zeitschrift, Februar 1924, S. 50.

Digitized by Google



Bild 13. Wasserstoff-Elektrolytzähler. *TWL*

wähnten Blindstromtarifen der Elektrizitätswerke steigerte sich die Nachfrage nach Zählern zur Verrechnung des Blindstromes.

Die Siemens-Elektrowärme G. m. b. H. hat im letzten Jahr ihre Übersiedlung in die neue Fabrik in Sörnewitz bei Meißen vollzogen, wo ihr nun alle neuzeitlichen Fabrikationseinrichtungen für wirtschaftliche Massenfertigung von Koch- und Heizapparaten zu Gebote stehen. Eine der wichtigsten Neuerungen aus ihrem Arbeitsgebiet ist die Schaffung einer neuen verbesserten Bügeleisentype [1]). Zur Steigerung der Produktion und Verkürzung der Lieferzeiten bei der starken Nachfrage nach Bügeleisen wurde die Montage auf wandernder Werkbank eingeführt. Im übrigen sind aus dem Gebiet der Elektrowärmetechnik noch erwähnenswert die Durchbildung eines großen Muffelofens für eine Leistungsaufnahme von 150 kW und einer Heizkörpertype für Bahnen und rauhe Betriebe [2]). Die SSW erhielten u. a. von der Deutschen Reichsbahn einen Auftrag auf Lieferung von 1230 solcher Heizkörper für 500 bzw. 750 Watt zum Einbau in die Wagen der Hamburger und der Berliner Vorortbahnen. Die Österreichischen SSW haben elektrische Wasserdurchlauferhitzer auf den Markt gebracht [3]).

Auf dem Gebiete der elektrischen Schweißung ist zu erwähnen, daß für das Lichtbogenschweißen mit Wechselstrom ein besonderer Schweißtransformator und für das Aufschweißen von hochwertigen Schneidstählen auf Stahlschäfte eine Edelstahl-Aufschweißmaschine geschaffen wurde, die nach dem Widerstandsschweißverfahren arbeitet. Ferner wurde der Bau von elektrischen Nietwärmern aufgenommen.

[1]) Siemens-Zeitschrift, Februar 1924, S. 56.
[2]) Siemens-Zeitschrift, Februar 1924, S. 57.
[3]) Siemens-Zeitschrift, Februar 1924, S. 38.

Zur Vergrößerung des Anlaufmomentes und zur Verkleinerung des Anlaufstromes bei Kurzschlußmotoren wurde der Wirbelstromläufer durchgebildet [1]); Motoren dieser neuen Bauart konnten bereits in großer Zahl geliefert werden. Auf einem anderen Wege wurde der Anlauf der Kurzschlußmotoren vervollkommnet, nämlich durch den Anbau des „mechanischen Anlassers“, der den Anlauf und das Anziehen des Motors zeitlich trennt und dadurch Anlauf bei voller Last bei mäßigem Anlaufstrom ermöglicht [2]).

Unter den gelieferten elektrischen Hebezeugausrüstungen befindet sich die der größten fahrbaren Verladebrücke Europas. Das Hubwerk leistet 440 kW bei 80 m/min Hub- und 160 m Senkgeschwindigkeit. Das Katzfahrwerk braucht 350 kW, Katzfahrgeschwindigkeit 240 m/min, Eigengewicht des Greifers 15 t, gefaßte Erzmenge 15 t. Das Greiferschließwerk erfordert eine Antriebsleistung von 220 kW. Die Anlage erhält Schützensteuerung mit Meisterwalzen in Verbindung mit Stromwächterschaltung.

Die Versorgung der Landwirtschaft mit technischen Hilfsmitteln zur unbedingt erforderlichen Steigerung ihrer Produktion ist dadurch einen Schritt vorwärts gebracht worden, daß die SSW 1923 nach jahrelangen Vorarbeiten auf ihrem eigenen Versuchsgut sich in der Lage sahen, die Reihenherstellung der Bodenfräsmaschine (Patent von Meyenburg) in besonderen Werkstätten aufzunehmen. Zunächst kann

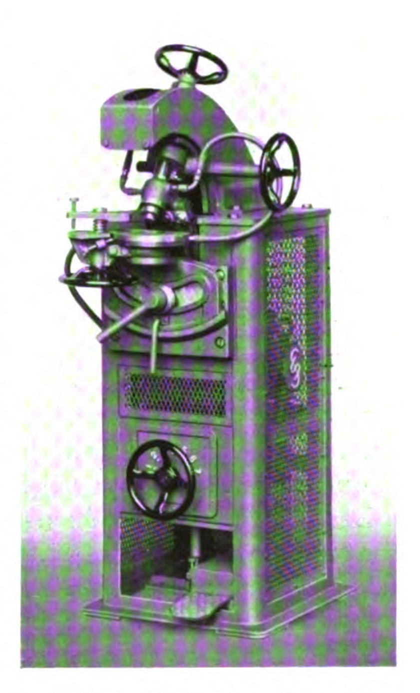


Bild 14. Edelstahl-Aufschweißmaschine. *TWL*

[1]) Vgl. auch ETZ 1918, S. 483, 493 und 501.
[2]) Siemens-Zeitschrift, April/Mai 1924, S. 140.

Digitized by Google



Bild 15. Motor-Bodenfräse, Senf einfräsend.
TWL

eine Gutsfräse von 30 PS Leistung und eine Gartenfräse von 4 PS Leistung in großem Umfang der Landwirtschaft zur Verfügung gestellt werden.

In diesen Bodenfräsmaschinen ist erstmals ein Arbeitsmittel gefunden, mit welchem der Boden nicht gewendet wird wie beim Pflug, sondern unter Fortfall jeder Nachbearbeitung durch Eggen, Walzen und Krümmer in einem Arbeitsgange saat- und pflanzfertig hergerichtet werden kann. Dadurch sind alle schweren Bodenarten der motorischen Bearbeitung zugänglich geworden. Darüber hinaus läßt sich durch die Fräsbearbeitung eine auf andere Weise, auch durch Handarbeit nicht erreichbare Güte des Saatbettes erzielen, die einen erheblichen Fortschritt der gesamten Bodenkultur bedeutet. Neuerdings ist es gelungen, die Fräsen mit besonderen, für die Arbeit in durchwurzeltem Boden geeigneten Fräskrallen auszurüsten, die die Verwendung der Maschine im Forst erlauben, so daß auch die forstliche Bodenbearbeitung in neue Bahnen geleitet werden kann.

Das elektrische Verfahren zur Frischhaltung von Grünfutter befindet sich im Zustand lebhafter Weiterentwicklung. Man hat erkannt, daß nicht nur, wie bisher angenommen wurde, die Elektrizität als Wärmequelle, also mittelbar für die Bakterientätigkeit in Futterstoffen wirksam ist, sondern daß auch die unmittelbaren Einwirkungen des elektrischen Stromes auf das Futter von nicht zu unterschätzender Bedeutung sind.

Ganz neue, vereinfachte und verbilligte Anordnungen sind für die Anlagen ausgearbeitet worden, die dem Verfahren den Eingang in die Mittel- und Kleinlandwirtschaft erleichtern werden. Eine große Anzahl von Anlagen steht bereits in erfolgreichem Betrieb.

Die Anwendung des elektrischen Stromes zur Hebung und Ausbeutung von Bodenschätzen hat manche weitere Vervollkommnung aufzuweisen.

Für die sich in Zukunft wahrscheinlich mehr und mehr im Bergbau einbürgernden Gefäßförderanlagen an Stelle der bisherigen Gestellförderanlagen wurde eine neue Steuerung ersonnen, die in Abhängigkeit von dem Entleerungs- und Füllungsvorgang der Gefäße die Förderanlage selbsttätig steuert. Während das Verhältnis der Totlast zur Nutzlast bei der Gestellförderung recht ungünstig war, ist es bei der Gefäßförderung wesentlich wirtschaftlicher, so daß die Tragfähigkeit der Seile besser ausgenutzt wird, d. h. gleiche Teufe vorausgesetzt, kann mit dem gleichen Seildurchmesser bei der Gefäßförderung eine größere Nutzlast gezogen werden. Während die Gestellförderung das Kraftwerk infolge des intermittierenden Betriebes und der auftretenden großen Anfahrleistungen ungünstig beeinflußt, wird durch die Gefäßförderung eine viel gleichmäßigere Belastung des Netzes erreicht, da infolge der größeren Nutzlast und der viel kürzeren Pausen trotz größerer Stundenleistungen mit geringerer Geschwindigkeit und geringeren Beschleunigungen gearbeitet werden kann. Auch

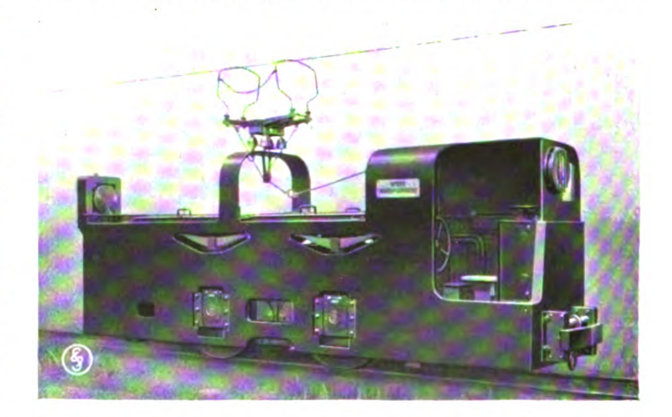


Bild 16. Normale Grubenlokomotive für Oberleitungsbetrieb.
TWL

wird durch die Gefäßförderung der Förderbetrieb bei Anlage entsprechender Füllbunker vollkommen unabhängig von dem Grubenbetrieb

Digitized by Google

gemacht, so daß sich Stockungen im Förderbetrieb nicht störend bemerkbar machen oder umgekehrt. Während bei der Gestellförderung über und unter Tage zum Bedienen der Förderkörbe eine größere Anzahl Arbeiter erforderlich ist, fällt bei der Gefäßförderung fast jegliche Bedienung über und unter Tage fort.

Im vergangenen Jahr haben die SSW eine neue Bremse für Fördermaschinen entwickelt und gegen Ende des Jahres bereits auf einer Anlage der holländischen Staatsminen in Betrieb genommen. Es handelt sich um eine schnellschließende Betriebs- und Sicherheitsbremse für Druckluft. Betriebs- und Sicherheitsbremse sowie sämtliche Betätigungs- und Auslösegestänge sind in einem Apparat vereinigt. Die Drehstrom-Fördermaschinen der SSW, die mit einer neuen besonderen Steuerung und dieser Bremse ausgerüstet sind, setzen sich ebenso wie die Fördermaschinen mit Gleichstrommotor und Steuerdynamo (Leonardschaltung) unabhängig von der Größe und Richtung der Nutzlast ohne Zutun des Maschinisten rechtzeitig in der Hängebank selbsttätig still, ohne bei Unachtsamkeit des Maschinisten in die Seilscheiben zu fahren, was vor allem bei Seilfahrtmaschinen von außerordentlicher Wichtigkeit ist.

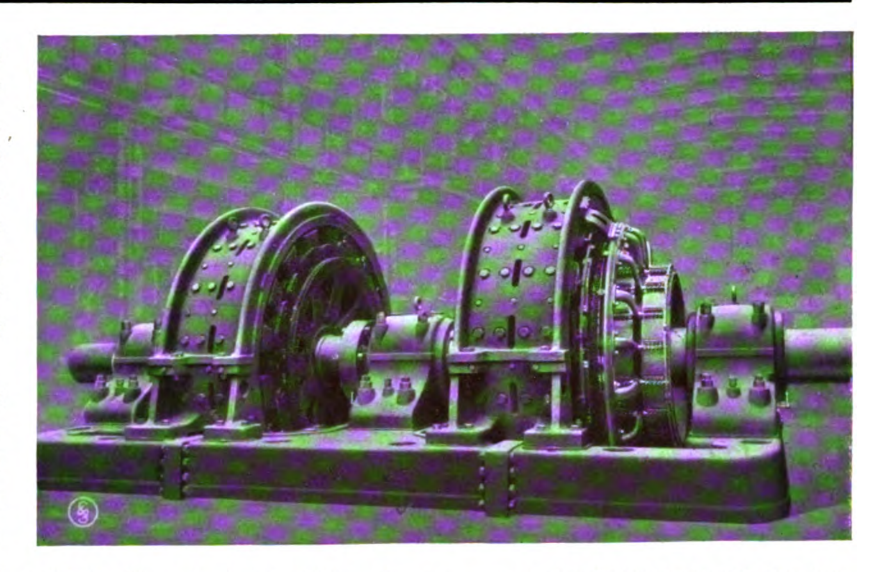


Bild 18. Doppelanker-Umkehrwalzmotor von 14200 kW (19300 PS) Höchstleistung und 330 mt Höchstdrehmoment, regelbar von 0 bis 120 Umdr/min.
TWL

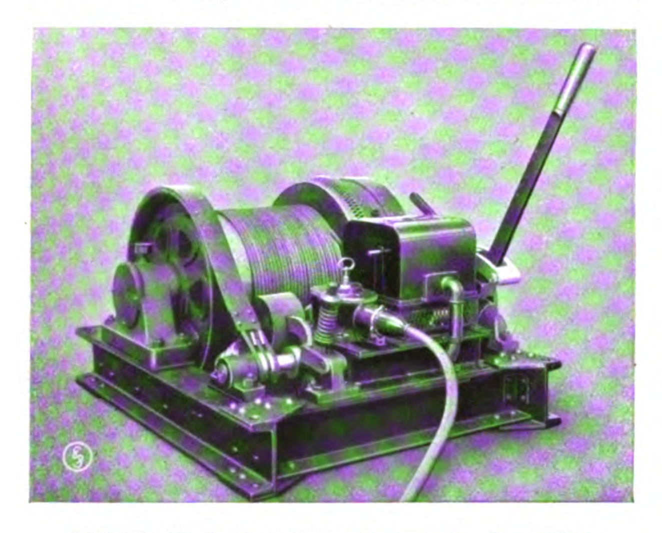


Bild 17. Förderhaspel der Österreichischen SSW.
TWL

Bemerkenswert ist die Erteilung eines Auftrags auf zwei große Hauptschachtfördermaschinen für den englischen Bergbau in Südwales; es sind dies die ersten Förderanlagen, die England nach dem Kriege in Deutschland bestellt hat.

Die Österreichischen SSW haben als Fördereinrichtung für den Bergbau, als Bau-, Schlagwerk-, Verschub- und Ladewinde und für ähnliche Zwecke einen Kleinhaspel durchgebildet. Er ist der in diesen Betrieben üblichen Behandlung entsprechend gebaut. Der Motor liegt im Innern der Trommel, wodurch kleinstes Gewicht und geringste Abmessungen erreicht wurden. Die Steuerung geschieht auf mechanischem Wege durch Betätigung eines einzigen Hebels, während der Motor ständig in der Hubrichtung weiterläuft.

Die Entwicklung der Regelbauarten für Grubenlokomotiven wurde zu Ende geführt und die lagermäßige Herstellung eingeleitet.

Im Braunkohlenbergbau, besonders im Tagebaubetrieb, scheint man immer mehr und mehr, sobald die Verhältnisse hierfür günstig liegen, zur Großraumförderung überzugehen und durch Verwendung elektrischer Lokomotiven in Verbindung mit Schrägaufzügen die Wirtschaftlichkeit dieser Betriebe zu heben. Durch Zusammenfassung aller mit der Wärmewirtschaft in Verbindung stehenden Fragen in der Brikettfabrikation gewinnt der elektrische Antrieb der Pressen wegen seiner geringen Betriebskosten an Bedeutung.

Digitized by Google

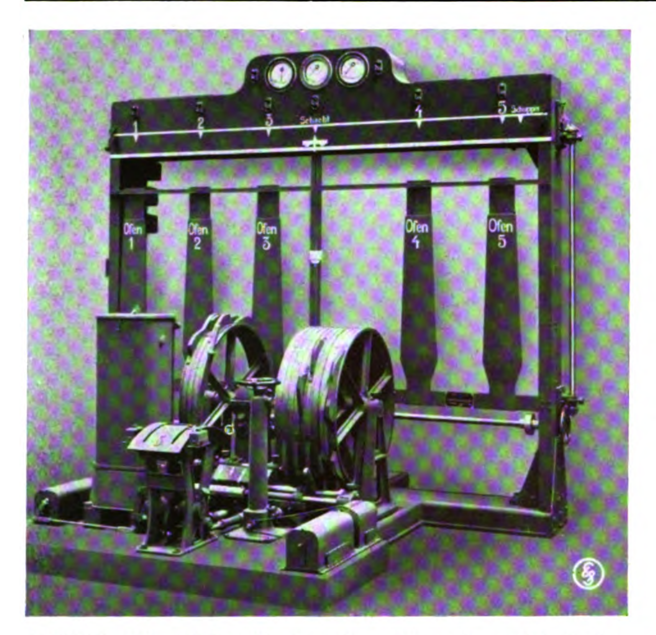


Bild 19. Räumlicher Teufenzeiger für mehrere Hochofen-Aufzüge. *TWL*

In der Erdölindustrie, insbesondere bei der Gewinnung des Erdöles durch Schöpfen, haben sich die von den SSW ausgebildeten Antriebe hervorragend bewährt, so daß für das galizische Erdölgebiet umfangreiche Aufträge auf vollständige Schöpfeinrichtungen mit Antrieben durch Drehstrom-Asynchronmotor zu verzeichnen sind. Mit Rücksicht auf die besonderen Vorteile des elektrischen Antriebes auf diesem Gebiete sind von den SSW auch für die Bohreinrichtungen sämtlicher gebräuchlicher Systeme Antriebe mit Drehstrommotor geschaffen worden.

Die elektrischen Untertagemaschinen für die Gewinnung der Kohle wurden weiter durchgebildet. Unter vielseitiger Verwendung von Leichtmetallen ist es gelungen, das Gewicht der Kohledrehbohrmaschine auf 11 kg herabzusetzen, während die Motorleistung auf 0,55 kW erhöht wurde. Der elektrische Schüttelrutschenantrieb wurde noch zweckmäßiger gestaltet, und die schwierige Frage des geeignetsten Leitungszubehörs für Grubenbetriebe ihrer endgültigen Lösung zugeführt. Besonderer Wert ist auf die schlagwettergeschützte Ausführung des Leitungszubehörs sowie der Maschinen gelegt worden, so daß die elektrische Energie vor Ort auch in schlagwettergefährdeten Gruben immer mehr Verwendung findet.

Von den technisch neuartigen Anlagen für Hütten- und Walzwerke können nur einige angedeutet werden: mechanisch gekuppelte Drehstrom-Regelsätze mit Kommutator - Hintermaschinen für über- und untersynchronen Lauf zum Antrieb von durchlaufenden Walzenstraßen, Höchstleistung des Drehstrommotors 2200 kW bei einem Regelbereich von 265 bis 187 Umdr/min. Räumlicher Teufenzeiger für Hochofenbegichtungsanlagen mit einem Geradaufzug für mehrere Hochöfen mit gemeinsamer Begichtungsbühne. Spielzähler für Gichtaufzüge zur getrennten Zählung der Erz- und Koksfahrten. Bau größter Gleichstrom-Kehrwalzmotoren (275 m/t in Einankermaschinen, 330 m/t in Zweiankermaschinen) und polumschaltbarer Motoren bis 1200 PS.

Für Elektrostahlöfen liefern Gebrüder Siemens neuerdings Graphitelektroden an Stelle der Elektroden aus amorpher Kohle. Ihre Leitfähigkeit ist 5 mal so groß wie die der Kohleelektroden, daher können die Querschnitte wesentlich kleiner sein. Die Handhabung ist leichter und der Elektrodenverbrauch geringer. Zudem lassen sich Graphitelektroden auf jeder Holzbearbeitungsmaschine auf die einfachste Weise bearbeiten.

Auf dem Gebiete der Werkzeugmaschinenantriebe wurden bedeutende Fortschritte erzielt. Die SSW haben es sich zur Aufgabe gemacht unter weitestgehender Ausnutzung der Eigenart der Motoren durch organischen Zusammenbau von Maschine und Motor für den Einzelantrieb sämtlicher Werkzeugmaschinen mustergültige Lösungen zu finden. So entstanden u. a. für eine Reihe von Drehbänken, Fräs-, Stoß- und Schleifmaschinen neue Einzelantriebe.

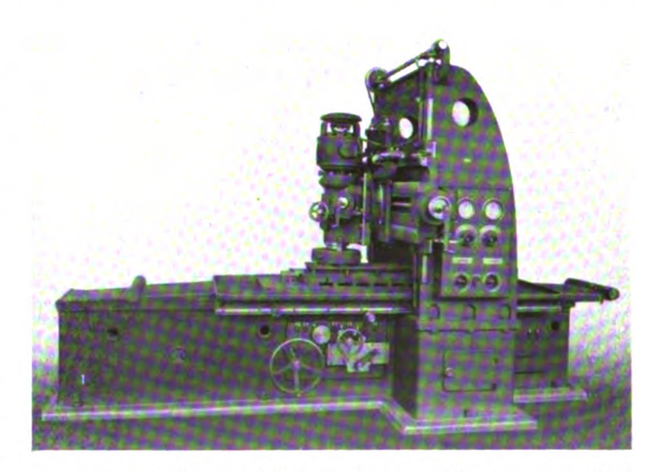


Bild 20. Flächenschleifmaschine. *TWL*

Digitized by Google

Der Faserstoffindustrie stellt die Elektrotechnik in immer größerem Umfang ihre Dienste zur Verfügung, was sich darin zeigt, daß für die verschiedensten Arbeitsmaschinen Sonderantriebe geschaffen worden sind und noch werden.

In Spinnereien arbeiten meist mehrere Krempel derart zusammen, daß der letzte Krempel den Vorgarnfaden liefert. Für diesen Maschinensatz wurde der elektrische Antrieb derart eingerichtet, daß jeder einzelne Krempel durch einen besonderen Drehstrommotor angetrieben wird. Die Motoren werden durch eine gemeinsame Steuerwalze entweder zusammen oder jeder für sich angelassen.

Durch die zweckentsprechende Ausbildung der Motoren und der Steuerwalze ist ein völlig gleichmäßiger Anlauf aller Krempel gewährleistet. Das gleichmäßige Durchlaufen des Florbandes durch die Krempel wird dadurch erreicht, daß

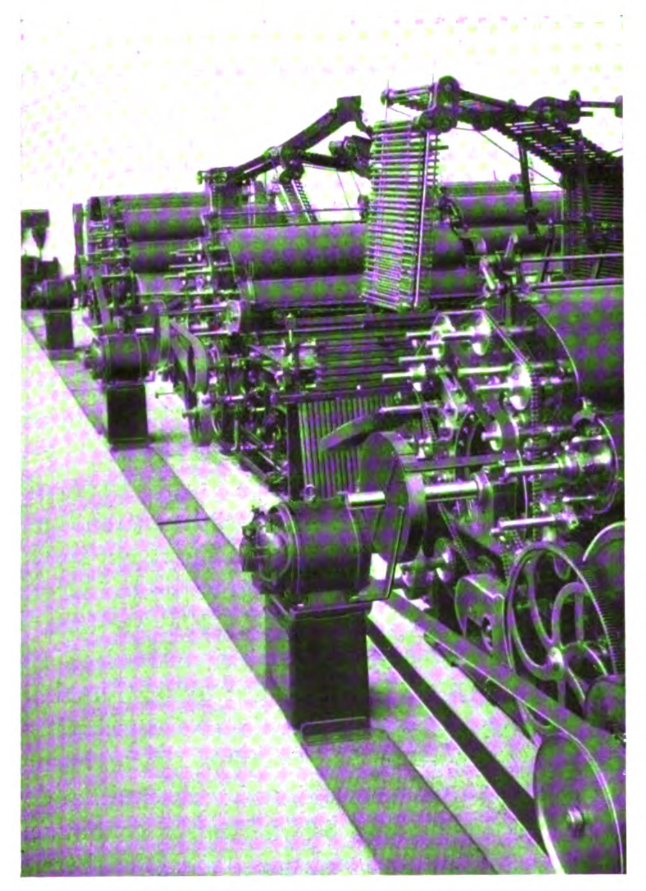


Bild 21. Krempelsatz für Streichwolle.
TWL

die Antriebsmotoren im Betriebe elektrisch gekuppelt sind und somit die Krempel vollkommen synchron laufen. Um das Schleifen der Kratzenbeschläge zu erleichtern, kann man jeden einzelnen Krempel durch einfaches elektrisches Umschalten rückwärts laufen lassen.

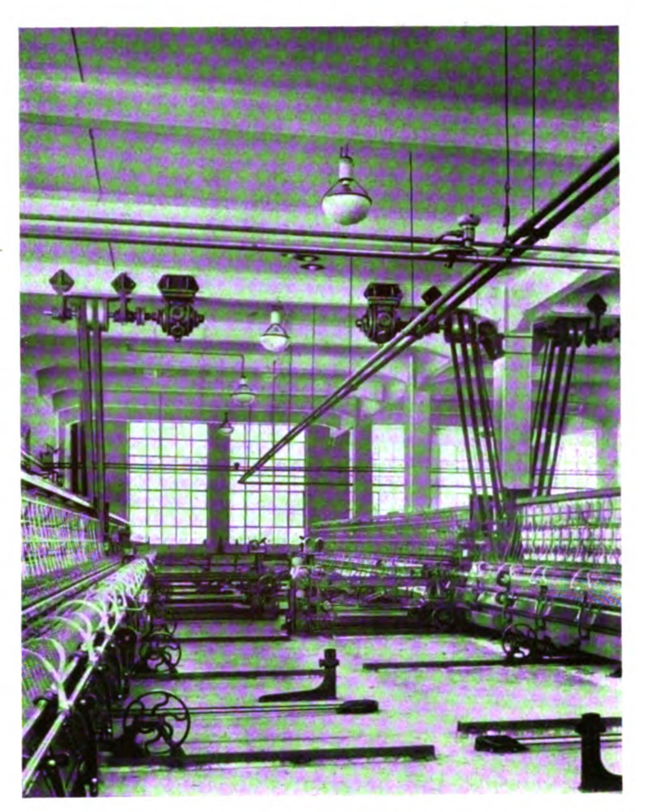


Bild 22. Kammgarn-Selfaktoren mit elektrischem Einzelantrieb.
TWL

Man hat vielfach geglaubt, die zum Einzelantrieb von Selbstspinnern (Selfaktoren) verwendeten Motoren mit besonders niedrigem Drehzahlabfall ausführen zu müssen und hat zu diesem Zweck die Motoren mit Schwungrädern ausgerüstet. Auf Grund eines eingehenden Studiums der Arbeitsweise der Selbstspinner haben die SSW einen Antrieb mittels Asynchronmotors geschaffen, bei dem bei Wagenausfahrt der Drehzahlabfall so groß ist, daß der Riemenrutsch möglichst klein wird.

Die Vorzüge der SSW-Drehstrom-Kollektormotoren zum Antrieb von Ringspinnmaschinen haben sich im In- und Auslande in solchem Maße Anerkennung zu verschaffen gewußt, daß die SSW zur Massenherstellung dieser Motoren schreiten mußten.

Erhebliche Fortschritte machte die Verwendung von Drehstrom-Kommutatormotoren auch in der Papierindustrie. Im Anfang des vorigen Jahres kam hier der erste Drehstrom-Kommutatormotor

Digitized by Google

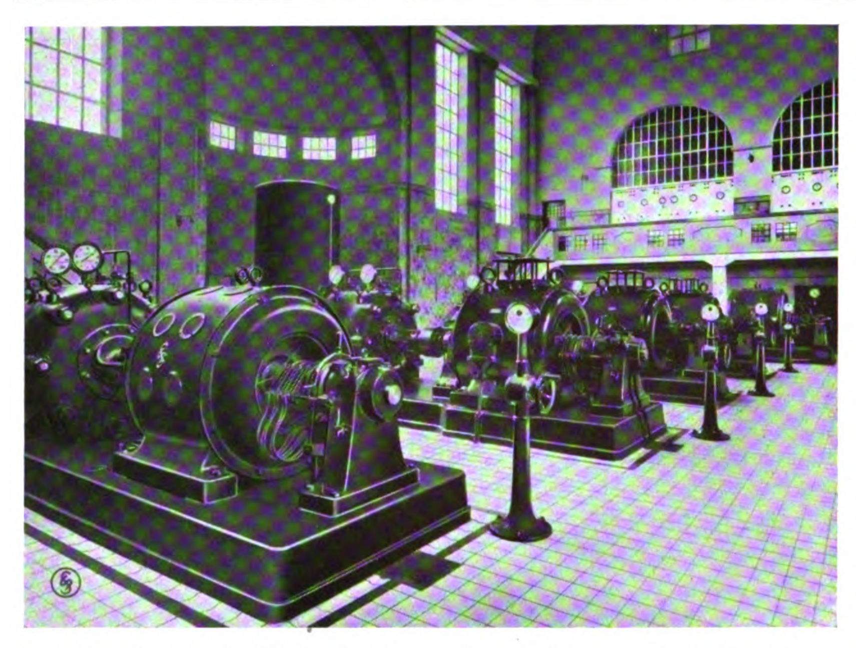


Bild 23. Pumpwerk Nieder-Stotzingen der staatlichen württembergischen Landeswasserversorgung. Fünf Pumpensätze (Klein, Schanzlin & Becker) mit SSW-Drehstrommotoren von je 430 bis 1400 kW. Bedienungsschalttafel im Hintergrund.
TWL

mit Nebenschlußcharakteristik und mit einer Leistung von 30 PS bei Regelung 1 : 3 zur Aufstellung, er hat bisher anstandslos gearbeitet. (Bei Radsatzdrehbänken und ähnlichen Antrieben haben sich diese Motoren schon seit Jahren bewährt.)

Eine große Umwälzung im Bau von Papiermaschinen bedeutete die Vergrößerung der Maschinenbreiten und -geschwindigkeiten, die

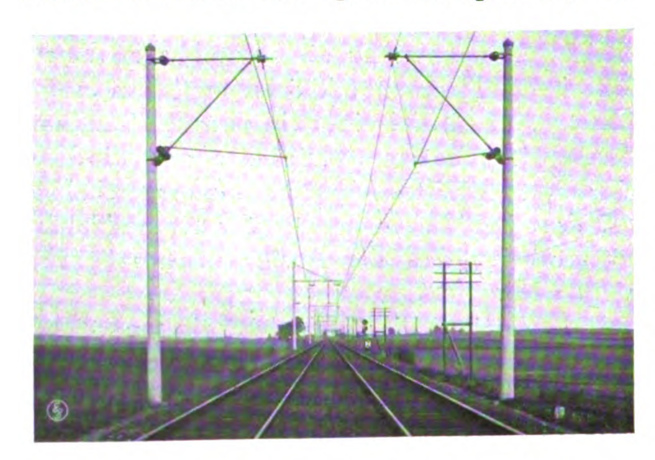


Bild 24. Fahrleitung für 15000 V auf den schlesischen Bahnstrecken der deutschen Reichsbahn.
TWL

namentlich in den Vereinigten Staaten und Canada zum Bau riesiger Maschinen bis zu einer Tagesleistung von 100 t geführt hat. Die SSW haben nach Abschluß eines Lizenzvertrages die elektrische Ausführung des Antriebes derartig großer Maschinen in die Wege geleitet.

Der Durchbildung von Sonderantrieben in der Holzindustrie wurde besondere Aufmerksamkeit entgegengebracht, und die Verhandlungen mit einigen in diesem Industriezweig führenden Maschinenfabriken hatten das Ergebnis, daß eine Anzahl neuer derartiger Antriebe konstruktiv fertiggestellt werden konnte. Erwähnt sei nur der Antrieb von Pendelkreissägen, Tischfräsen, Bandsägen und Tischkreissägen.

Aus dem Gebiet des elektrischen Antriebes für Wasserversorgungs- und Kanalisationsanlagen ist hervorzuheben, daß die SSW im abgelaufenen Jahr die elektrische Ausrüstung für die größte Wasserversorgungsanlage Deutschlands, das Pumpwerk Nieder-Stotzingen in Württemberg, ausgeführt haben.

Die Elektrofilter-Gasreinigung, die durch Behandlung mit hochgespannter Elektrizität die Ausscheidung von festen und nebelförmigen Schwebeteilchen aus Gasen bezweckt, hat jetzt in größerem Umfange praktische Erfolge erzielt. Die Versuche zur Entstaubung von Hochofen-Gichtgasen sind aussichtsreich abgeschlossen worden[1]. Die vorteilhaften Ergebnisse der Betriebsversuchsanlage für die Brüdenentstaubung einer Braunkohlenbrikettfabrik führten zur Nachbestellung der Ausrüstung einer vollständigen neuen Brikettfabrik mit SSW-Elektrofiltern[2].

Der Ausbau weiterer Vollbahnstrecken für elektrischen Betrieb, besonders unter Nutzbarmachung von Wasserkräften, ist im Fortschreiten. Der Fahrleitungsbau für 15 000 V Wechselstrom auf mehreren bayerischen Streckenabschnitten der deutschen Reichsbahn ist in Angriff genommen worden; in Schlesien wurden neben den bereits in Betrieb befindlichen Hauptstrecken noch einige neue Streckenabschnitte fertiggestellt. Die Staatsbahn in Java (Niederländisch-Indien) hat den

[1]) Stahl und Eisen, 1923, Heft 48.
[2]) Siemens-Zeitschrift, Januar 1924, S. 6.

Digitized by Google

SSW einen Auftrag auf eine 100 km lange Fahrleitungsanlage für 1500 V Gleichstrom nebst zugehörigen Schaltstationen erteilt. Auch die Österreichischen SSW haben einige lange Strecken der österreichischen Gebirgsbahn mit Fahrleitungen für 15000 V Wechselstrom ausgerüstet[1]). Die deutsche Reichsbahn bestellte eine Anzahl elektrischer Lokomotiven zur Beförderung von Personenzügen und einige ganz schwere Güterzuglokomotiven für die bayerischen Strecken. Diese Bestellung umfaßt außer der vollständigen elektrischen Einrichtung aller Lokomotiven 66 große Doppeltriebmotoren mit einer einheitlichen Leistung von je 720 kW.

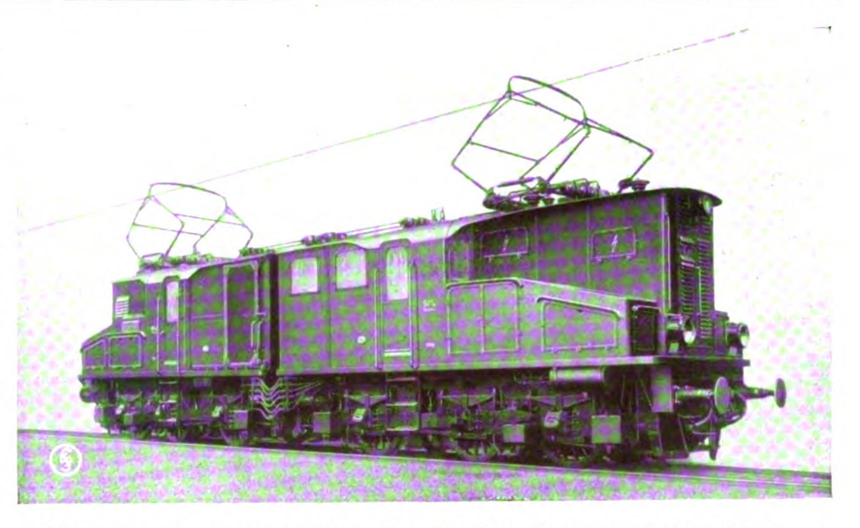


Bild 25. $A_3 + A_3$ Güterzuglokomotive der deutschen Reichsbahn. Einphasenstrom, $16^2/_3$ Per. 15 000 V. *TWL*

Mit der Auslieferung der neuen Güterzuglokomotiven mit SSW-Einheits-Stromabnehmern für den Betrieb der schlesischen Gebirgsbahnen wurde begonnen. Die neuen Güterzuglokomotiven für die kgl. schwedischen Staatsbahnen mit den von den SSW gelieferten elektrischen Ausrüstungen konnten dem Betrieb übergeben werden[2]). Die Ofotenbahn (Norwegen) bestellte zwei vollständige Ausrüstungen für schwere Güterzuglokomotiven mit Stromrückgewinnung für Wechselstrom von 15 000 V, 15 Per. und die Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen vier Schnellzuglokomotiven und 20 schwere Güterzuglokomotiven für 15 000 V, $16^2/_3$ Per.; die letzteren haben eine Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h.

Mit der Elektrisierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen ist begonnen worden. Für die drei nördlichen Vorortbahnen haben die SSW die Schalteinrichtungen der Umformerstation sowie 25 vollständige Triebwagenausrüstungen für 800 V Gleichstrom in Arbeit genommen. Für diese Anlage sind ferner Hochspannungskabel und umfangreiche Stromschienenanlagen zu liefern. Die Vorortbahn Blankenese—Hamburg—Ohlsdorf bestellte 22 Triebwagenausrüstungen mit 47 Motoren. Für die Erweiterung der Hamburger Hochbahn ist die elektrische Ausrüstung von den SSW geliefert worden.

Am 30. Januar 1923 wurde die Nord-Süd-Untergrundbahn in Berlin eröffnet. Die SSW haben hierfür zwei unter Tage liegende Umformeranlagen mit sieben Umformern von je 1500 kW Leistung und die vollständige Stromzuführungsanlage sowie Licht-, Kraft- und Heizungsleitungen ausgeführt, während die Siemens & Halske A.-G. die Eisenbahnsicherungs- und Uhrenanlagen in Auftrag erhielt. Für die Erweiterung der Strecke sind den SSW die elektrischen Einrichtungen sowie 25 Triebwagenmotoren nebst den zugehörigen Steuerungen in Auftrag gegeben worden.

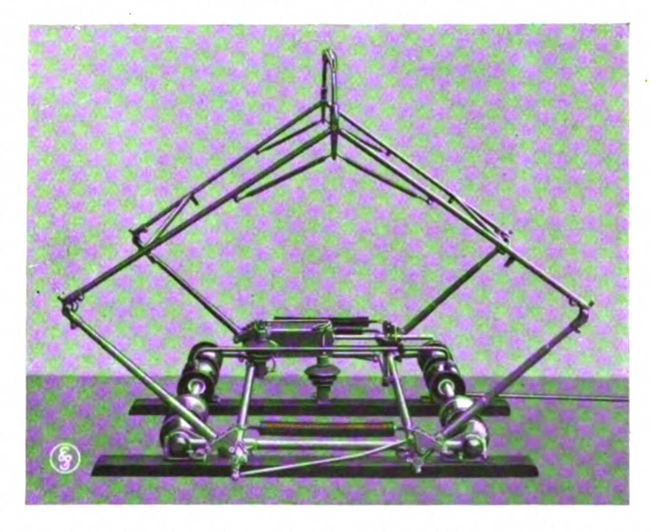


Bild 26. Einheitsstromabnehmer für die Lokomotiven der deutschen Reichsbahn. *TWL*

[1]) Siemens-Zeitschrift, 1924, Heft 2, S. 61.
[2]) Siemens-Zeitschrift, 1923, Heft 3, S. 120.

Digitized by Google

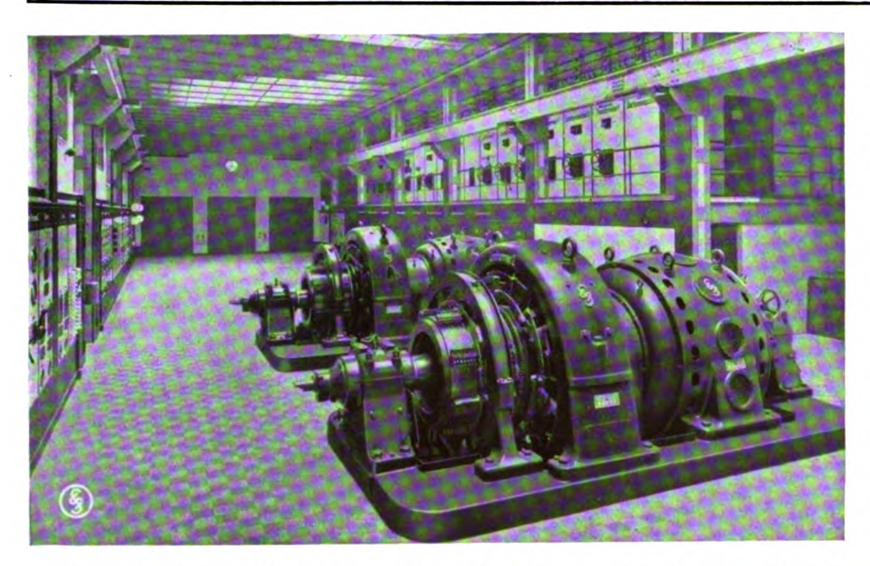


Bild 27. Umformeranlage unter dem Belle-Alliance-Platz für den Betrieb der Nordsüd-Untergrundbahn Berlin. Kaskadenumformer für je 1500 kW Gleichstrom.
TWL

Eine Reihe von Überlandbahnen mit hochgespanntem Gleichstrom wurde im Ausland mit gutem Erfolg ausgeführt. Im allgemeinen wurden dabei selbstlüftende Motoren gegenüber den gekapselten bevorzugt. Die Österreichischen SSW haben umfangreiche Arbeiten für die Elektrifizierung der Österreichischen Bundesbahnen auszuführen. Z. B. befindet sich das Spullerseewerk im Bau, das nach endgültiger Fertigstellung 48000 PS liefern wird.



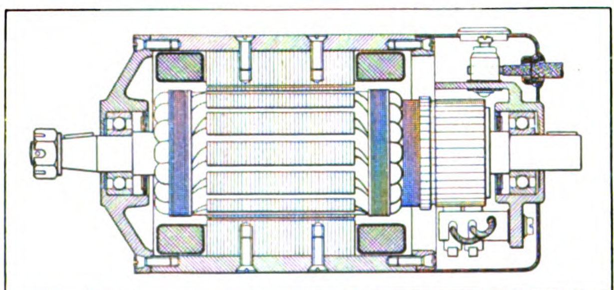


Bild 28 und 29. Lichtmaschine für Kraftwagen, Ansicht und Schnitt.
TWL

Von den für Schiffsbetrieb ausgeführten elektrischen Ausrüstungen mag nur erwähnt werden, daß die größten bisher auf Handelsschiffen in Betrieb befindlichen elektrischen Ruderanlagen, nämlich die für die Schiffe „Albert Ballin" und „Deutschland", aus den Werkstätten der SSW hervorgegangen sind. Die Zunahme des Baues von Motorschiffen brachte eine gesteigerte Anwendung des elektrischen Stromes für den Antrieb von Schiffshilfsmaschinen. Der Frage des elektrischen Propellerantriebes wurde dauernd lebhafte Aufmerksamkeit geschenkt.

Der elektrischen Ausrüstung von Kraftwagen haben die Österreichischen SSW ihr besonderes Augenmerk gewidmet und durch zweckentsprechende Ausführung und Anordnung von Lichtmaschine, Beleuchtungskörpern und Anlaßvorrichtung schöne Erfolge erzielt[1]). Die Siemens-Bauunion hat im Jahre 1923 eine Reihe schöner Erfolge aufzuweisen. Von den zahlreichen neuen Aufträgen sei vor allem erwähnt der Bau des Radaune-

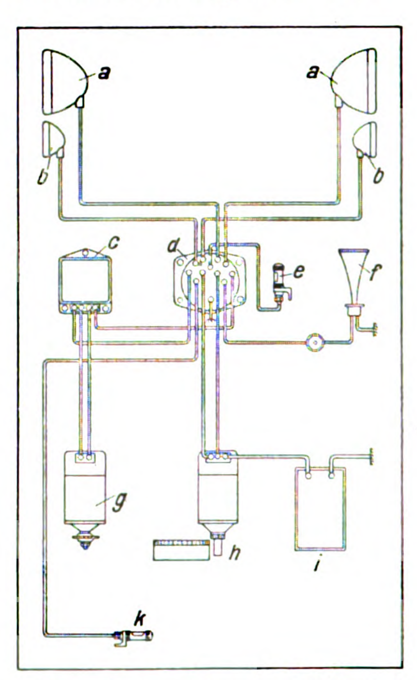


Bild 30. Leitungsplan einer Licht- und Anlaßanlage für Kraftwagen.

a) Scheinwerfer
b) Stadtlaternen
c) Reglerkasten
d) Schaltkasten
e) Spritzbrettlaterne
f) Hupe
g) Lichtmaschine
h) Anlaßmotor
i) Batterie
k) Schlußlaterne.

TWL

[1]) Druckschrift Kl 3006. Elektrische Ausrüstung für Kraftfahrzeuge.

Digitized by Google

werks, einer Wasserkraftanlage für die Freie Stadt Danzig, bei der eine größte Wassermenge von 20 m^3/s mit einem Gefälle von 42 m ausgenutzt wird. Neben umfangreichen Erd- und Betonarbeiten ist hier ein 1 km langes Eisenbetonrohr bemerkenswert, das bei einem lichten Durchmesser von 3,6 m einen größten Wasserdruck von etwa 25 m aufzunehmen hat.

In dem internationalen Wettbewerb für die Schaffung eines Fischereihafens Polangen in Litauen wurde der von der Siemens-Bauunion vorgeschlagene Ausbau der Swenta-Mündung preisgekrönt, da er mit den einfachsten Mitteln die dem gewollten Zweck am meisten entsprechende Anlage schafft. Es handelte sich um einen Hafen zur Aufnahme von 100 Fischereifahrzeugen, bei dem spätere Erweiterungsmöglichkeit zum Handelshafen für Küstenschiffahrt vorgesehen war. Beim Ausbau sollten nur einheimische Baustoffe Verwendung finden, d. h. vorzugsweise Holz und Stein.

Eine andere Aufgabe war die Errichtung einer Zentralmarkt-Anlage mit Gleis- und Wasseranschluß für Riga unter Verwendung zweier vorhandener eiserner Luftschiffhallen. Die straffe organische Zweckordnung der Gesamtanlage des Entwurfes der Siemens-Bauunion wurde auch in diesem Falle von den Preisrichtern besonders anerkannt[1]).

Die bedeutungsvolle Frage der Überwindung der Grundwasserzone beim Abteufen von Schächten, die das Anschneiden zahlreicher Kohlenflöze bisher nicht zuließ bzw. unwirtschaftlich gestaltete, wurde durch Anwendung des Grundwasser-Absenkungsverfahrens der Siemens-Bauunion in einfachster und sicherster Weise gelöst. Durch dieses heute schon weit ausgebaute Verfahren, das unter anderem zur Zeit in der Niederlausitz Anwendung findet, werden der deutschen Wirtschaft bedeutende Kohlenlager erschlossen. (Ein weiterer Bericht über das Arbeitsgebiet der S & H A.-G. folgt.)

[1]) „Siemens-Bauunion", Heft 1/2, Januar/Februar 1924.

Vergleichsmessungen an Drehbänken

Von Karl Meller.

(Schluß.)

Es ergibt sich nun die Frage: Wie weit lassen sich die ermittelten Werte auch zu einem Vergleich zwischen einem technisch richtigen Einzelantrieb und einem Gruppenantrieb verwerten? Gegenüber den bei dem Einzelantrieb mit Stufenscheibe gemessenen Werten könnte vorgebracht werden, daß sich beim Gruppenantrieb insofern günstigere Wirkungsgrade ergeben dürften, als zum Gruppenantrieb ein Motor genommen wird, der infolge seiner größeren Leistung einen besseren Wirkungsgrad hat und der auch bei Teilbelastung der einzelnen Werkzeugmaschinen infolge des Belastungsausgleichs innerhalb der Gruppe selbst mit einem besseren Wirkungsgrad arbeitet. Zahlreiche von den SSW ausgeführte Messungen an Gruppenantrieben haben allerdings gezeigt, daß diese günstigen Bedingungen für den Antriebsmotor in den meisten Fällen nicht zutreffen, insofern, als der Antriebsmotor in seiner Leistung zu reichlich bemessen ist und sich auch nur selten eine vollständig gleichmäßige Belastung der Gruppe ergibt, so daß tatsächlich auch die Gruppenmotoren oft mit einem sehr ungünstigen Wirkungsgrad arbeiten. Trotzdem soll für den Vergleich zwischen Drehbank mit Spindelstockmotor und Gruppenantrieb angenommen werden, daß der Gruppenmotor (10 kW) mit einem gleichbleibenden Wirkungsgrad von 85 v.H. arbeitet. Ferner sollen für den Gruppenantrieb noch folgende Annahmen getroffen werden: Antrieb mittels einfachen Riemenvorgeleges von der Mitte der Transmission aus, Gesamtlänge der Transmission 19 m, insgesamt 10 Gleitlager, Drehzahl 270 in der Minute.

Zur Aufstellung der Wirkungsgradkurven ähnlich Bild 2 wäre zuerst der Wirkungsgrad der gesamten mechanischen Übertragung von der Motorriemenscheibe bis an die Spitzen der Drehbank festzulegen. Da die Zahl der mechanischen Übertragungen beim Gruppenantrieb die gleiche ist wie beim Einzelantrieb nach Getriebeplan Bild 1, so können auch für den Gruppenantrieb die Wirkungsgrade des Einzelantriebes aus Bild 4 entnommen werden. Der Gesamtwirkungsgrad ist dann leicht aus diesen Werten und dem als gleichbleibend angenommenen Wirkungsgrad des

Digitized by Google

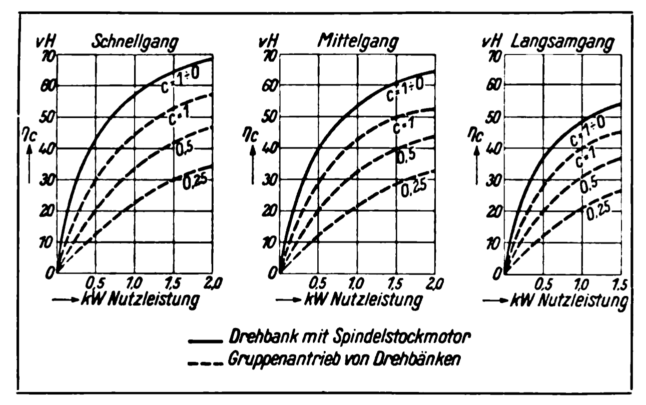


Bild 8. Gesamtwirkungsgrad von Drehbänken unter
TWL Berücksichtigung des Ausnutzungsfaktors c.

Motors (85 v.H.) zu errechnen. Die auf diese Weise ermittelten Werte sind aus Bild 8 ersichtlich, und zwar gelten hierfür jeweils die obersten Kurven für 100 v.H. zeitliche Ausnutzung (c = 1). Da, wie bereits erwähnt, die Wirkungsgrade des Motors beim Einzelantrieb der Stufenscheibendrehbank sehr günstig liegen, so ergibt sich für den Gruppenantrieb trotz der günstigen Annahmen für den Wirkungsgrad des Gruppenmotors nur eine geringe Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades, so daß die Werte auch bei einer zeitlichen Ausnutzung von 100 v. H. (c = 1) die Gesamtwirkungsgrade des technisch richtigen Einzelantriebes nicht erreichen. Dabei bleiben auch bei Gruppenantrieb die Nachteile der geringen Übertragungsleistung und der Verschlechterung des Wirkungsgrades mit Abnahme der zeitlichen Ausnutzung bestehen.

Es soll versucht werden, auch für den Gruppenantrieb die Wirkungsgrade für c = 0,5 und 0,25 zu ermitteln. Die zusätzlichen Leerlaufverluste bestehen hier wie beim Einzelantrieb der Stufenscheibenbank aus den Verlusten der Übertragung zwischen Motor und Deckenvorgelege. Zur Vereinfachung und zum besseren Vergleich sollen diese Verluste anteilig für die einzelne Drehbank ermittelt werden. Zur Bestimmung dieser Verluste können die bei Einzelantrieb der Stufenscheibendrehbank gemessenen Werte dienen, und zwar hatte der Motor bei Leerlauf der beiden Riemenvorgelege eine Energieaufnahme von 0,765 kW. Unter Berücksichtigung des dieser Energieaufnahme entsprechenden Motorwirkungsgrades von 41 v. H. würde sich die vom Motor abgegebene Leistung, die den Verlusten in dem Riemen, in der Transmission und der Leerscheibe des Deckenvorgeleges entsprechen, zu $0{,}765 \cdot 0{,}41 = 0{,}314$ kW errechnen. Für eine Gruppe von 6 Drehbänken würden sich die Gesamtverluste zu $6 \cdot 0{,}314 = 1{,}884$ kW schätzen lassen. Wird für die anteiligen Verluste im Motor gleichfalls ein Wirkungsgrad von 85 v. H. angenommen, so würden sich die Gesamtverluste zu $\frac{1{,}884}{0{,}85} = 2{,}22$ kW errechnen. Zur Prüfung dieses Wertes soll eine Nachrechnung auf Grund der von Schönwaldt aufgestellten Kontrollformel [1])

$$V_{total} = c \cdot kW_i + 1 \cdot A + r \cdot B$$

erfolgen. Die Antriebsverhältnisse sollen in bezug auf Wellendurchmesser und Drehzahl der Transmission, auf Riemenbreite zwischen Transmission und Deckenvorgelege die gleichen bleiben wie bei der Versuchsdrehbank. Die installierte Leistung oder Nennleistung des Motors kW_i wird mit 10 kW angenommen.

In die Formel ist unter den angenommenen Verhältnissen einzusetzen für:

$c \cdot kW_i$ = Verlust für Antriebsmotor und Antriebsriemen in Watt = 85 W (Erfahrungswert) × Anzahl der installierten kW = $85 \cdot 10$ W,

1 = Anzahl der Transmissionslager = 10 Stück (Wellen = 55 mm),

A = Verlust je Transmissionslager = 45 W,

r = Anzahl der Riemen mit Leerscheiben = 12 Stück (angenommen je zwei für eine Drehbank),

B = Verlust je Riemen einschl. Leerscheibe = 74 W, somit

$$V_{total} = 85 \cdot 10 + 10 \cdot 45 + 12 \cdot 74 = 2188 \text{ Watt.}$$

Die Kontrollrechnung ergibt einen etwas niedrigeren Wert, als er aus den Leerlaufmessungen, beim Einzelantrieb der Stufendrehbank ermittelt wurde, der Unterschied ist aber nur gering. Er würde sich rechnerisch nur bei sehr geringer Belastung und geringer zeitlicher Ausnutzung bemerkbar machen. Hierbei wird aber ein Ausgleich dadurch herbeigeführt, daß auch bei geringer Belastung des Gruppenmotors mit einem gleichbleibenden Wirkungsgrad von 85 v. H. gerechnet wird.

[1]) Vgl. Kontrollmessungen und Kontrollformeln für den Energieverbrauch, Zeitschrift „Betrieb" 1921, Seite 371 ff.

Digitized by Google

Um die Wirkungsgrade bei einem Ausnutzungsfaktor kleiner als 1 zu ermitteln, wurde die Rechnung wiederum nach der Formel

$$\eta_c = \frac{c\ N}{c\ N_1 + (1-c)\ N_2}$$

für c = 0,5 und 0,25 durchgeführt. Hierbei errechnet sich N_1 aus $\frac{N}{\eta}$, wobei die Werte für η (c = 1) den Kurven in Bild 8 entnommen wurden und für N_2 der Wert $\frac{2{,}22}{6}$ zugrunde gelegt wurde. Die errechneten Werte für η (c = 0,5 und 0,25) sind aus Bild 8 ersichtlich. Sie gelten für den jeweiligen Belastungszustand einer Drehbank.

In Tafel IV sollen einige Wirkungsgradwerte für technisch richtigen Einzelantrieb und Gruppenantrieb gegenübergestellt werden.

Tafel IV.

	Langsamgang	Mittelgang	Schnellgang	Nutzleistung
Wirtschaftl. Einzelantrieb c = 1 bis 0	54	60	63	1,5 kW
Gruppenantrieb c = 1	49	53	57	
c = 0,5	43	48	50	
c = 0,25	35	38	40	
Wirtschaftl. Einzelantrieb c = 1 bis 0	38	40	42	0,5 kW
Gruppenantrieb c = 1	31	32	35	
c = 0,5	25	27	28	
c = 0,25	19	20	20	

Es ergeben sich demnach bei dem technisch richtigen Einzelantrieb teilweise bis über 100 v. H. bessere Wirkungsgrade, wobei sich diese bei noch kleinerer zeitlicher Ausnutzung naturgemäß noch erhöhen würden.

Zu diesen erheblichen Vorteilen, die durch die besseren Wirkungsgrade erzielt werden, kommen noch weitere Vorteile infolge der Leistungssteigerung bei technisch richtigem Einzelantrieb. Um in dieser Beziehung zahlenmäßige Unterlagen zu erhalten, wurden vom Arbeitsbüro des Elektromotorenwerks der SSW auf den beiden Versuchsbänken gleichwertige Dreharbeiten ausgeführt[1]). Bild 9 gibt graphisch das Ergebnis eines solchen Versuches wieder. Für die Vergleichsmessung

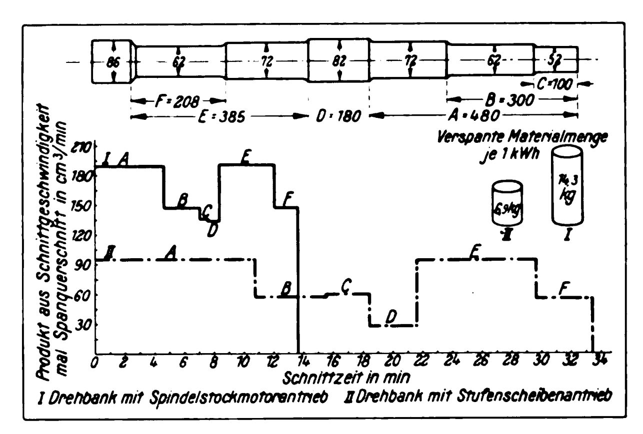


Bild 9. Vergleich der Schruppleistungen zweier Drehbänke.
TWL

wurde das Schruppen einer Welle zugrunde gelegt, und zwar das Schruppen aus dem Vollen auf die in Bild 9 wiedergegebene Abmessung. Die Bearbeitung der Welle geschah in der alphabetischen Reihenfolge der in der Zeichnung angegebenen Buchstaben. Infolge der bedeutend höheren Durchzugsleistung konnten mit der Drehbank mit Spindelstockmotor ganz wesentlich kürzere Arbeitszeiten erzielt werden. Die gemessenen Werte sind aus Bild 9 ersichtlich. Während also die reine Arbeitszeit bei einem technisch richtigen Einzelantrieb nur etwa 14 Minuten betrug, war für dieselben Arbeiten bei der Stufenscheiben-Drehbank eine Zeit von etwa 33 Minuten erforderlich. Die während der Arbeitszeit aufgenommene Energiemenge wurde durch einen Zähler gemessen, die verspante Materialmenge durch Abwiegen. Dabei wurde ermittelt, daß je kWh bei der Drehbank mit Spindelstockmotor 14,3 kg und bei der Stufenscheiben-Drehbank nur 6,9 kg Material verspant wurden.

Naturgemäß werden die außerordentlichen Unterschiede in der Leistung nur bei starker Ausnutzung der Arbeitsmaschine möglich sein und sich mit der Ausnutzung gleichfalls verringern. Die Leistungssteigerung der Arbeitsmaschinen tritt aber immer mehr in den Vordergrund und wird durch Anwendung hochwertiger Spezialstähle und sehr hoher Schnittgeschwindigkeiten auch bei solchen Dreharbeiten, bei denen nur ein kleinerer Spanquerschnitt möglich ist, angestrebt.

Zum Schluß soll noch versucht werden, einen Preisvergleich der einzelnen Ausführungen durchzuführen. Es ergeben sich folgende Preise[1]):

[1]) Vgl. „Maschinenbau", Heft 6, 27. Dez. 1923, S. 141.

[1]) Die Preise ändern sich je nach Marktlage, sind also nur als Relativwerte zu betrachten.

Digitized by Google

1. Drehbank mit regelbarem Spindelstockmotor, Regelanlasser und Schaltkasten bei 250 mm Spitzenhöhe und 1500 mm Spitzenweite betriebsfertig zusammengebaut	G.M. 5 360,—
2. Drehbank mit vierfachem Stufenkonus, doppeltem Rädervorgelege und Deckenvorgelege	G.M. 4 215,—
Antriebsmotor mit Anlasser, Schaltkasten und Verbindungsleitungen	„ 585,—
Riemenvorgelege mit zwei Lagern, drei Riemenscheiben	„ 195,—
Vier Lederriemen	„ 142,—
	G.M. 5 137,—

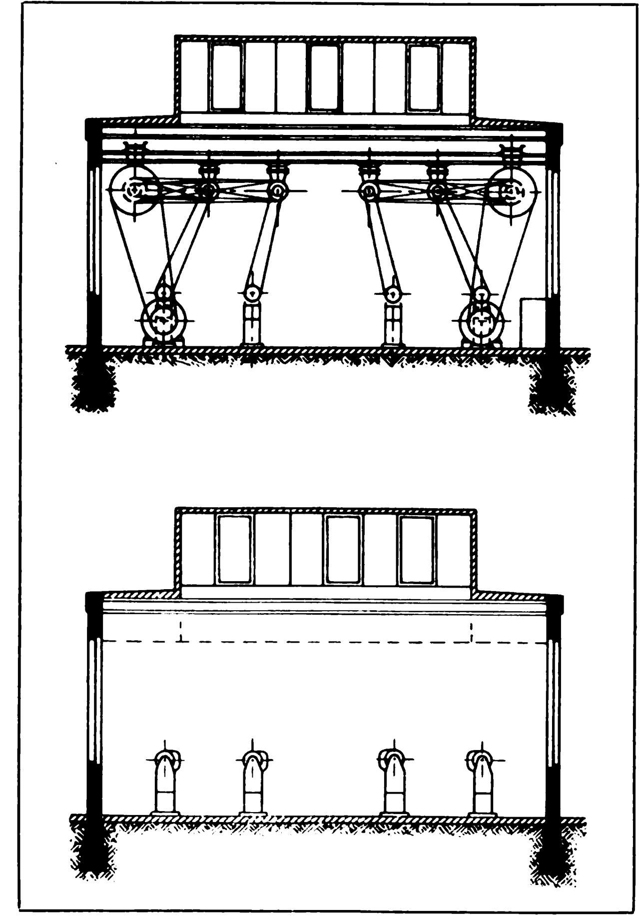


Bild 10. Werkstätten mit Gruppenantrieb und unmittelbarem Einzelantrieb.
TWL

Zu diesen Kosten kämen jedoch noch die Beträge hinzu, die durch das Anbringen der Deckenvorgelege und das Auflegen der Riemen entstehen. Außerdem werden wohl in den meisten Fällen noch Hilfskonstruktionen für die Anbringung der Deckenvorgelege nötig sein, so daß die beiden Ausführungen, nämlich Drehbank mit wirtschaftlichem und Drehbank mit unwirtschaftlichem Einzelantrieb im Anschaffungspreis gleichgesetzt werden können.

3. Sechs Drehbänke mit Gruppenantrieb in Ausführung wie unter 2	G.M. 25 290,—
Eine Transmission 19 m lang mit zehn Lagern und dreizehn Riemenscheiben . .	„ 1 180,—
Ein Antriebsmotor mit Anlasser, Schaltkasten und Verbindungsleitungen . . .	„ 1 720,—
Dreizehn Lederriemen . . .	„ 610,—
	G.M. 28 800,—
Somit anteilige Kosten für 1 Drehbank G.M. 28 800 : 6 =	G.M. 4 800,—

Auch in diesem Preise sind die Kosten für die Anbringung der Deckenvorgelege und der Transmission sowie für das Auflegen der Riemen nicht enthalten. Hierzu kommen noch die Kosten für etwaige Hilfskonstruktionen, zum mindesten aber Mehrkosten für den baulichen Teil. Um auch hierüber einen Vergleich zu bekommen, wurde die Annahme getroffen, daß in einer Dreherei 4 Reihen Drehbänke zu je 6 Stück aufgestellt werden sollen. Der umbaute Raum wurde bei Gruppenantrieb mit 1450 m^3, beim Einzelantrieb mit 1300 m^3 ermittelt. Der geringere Raumbedarf ergibt sich unter anderem durch den Fortfall der 6 Gruppenmotoren. Die Schnittzeichnung des Raumes ist aus Bild 10 ersichtlich. Infolge des Fortfalls der Riemenvorgelege können die Deckenkonstruktionen leichter ausgeführt werden. Es ergibt sich folgende Gegenüberstellung:

1. Baukosten für einen umbauten Raum von 1450 m^3 einschl. Eisenkonstruktion für die Befestigung der Riemenvorgelege	G.M. 30 000,—
2. Baukosten für einen umbauten Raum von 1300 m^3 mit einfacher Deckenkonstruktion .	„ 25 200,—
	G.M. 4 800,—

Beim technisch richtigen Einzelantrieb ergibt sich ein Minderpreis, bezogen auf eine Dreh-

Digitized by Google

bank von 4800,— : 24 = 200,— G.M., so daß sich das Preisverhältnis zwischen einer Drehbank mit wirtschaftlichem und einer mit Gruppenantrieb ergibt zu:

$$\frac{5360-200}{4800} = 1{,}072.$$

Der Einzelantrieb stellt sich daher um 7,2 v.H. teurer.

Bei dem bisherigen Preisvergleich wurde von der Voraussetzung ausgegangen, daß die Anzahl der Drehbänke sowohl beim Gruppenantrieb als auch beim technisch richtigen Einzelantrieb die gleiche ist. Diese Voraussetzung ist jedoch nicht einwandfrei, da die Leistungsfähigkeit der Drehbänke dabei außer acht gelassen worden ist. Man müßte daher, um einen ganz einwandfreien Vergleich zu erhalten, im wesentlichen von dem in Frage kommenden Fabrikations-Programm ausgehen. An Hand dieses Fabrikations-Programmes und der Leistungsfähigkeit der Drehbänke wäre die Zahl der Arbeitsmaschinen zu bestimmen.

Die Vergleichsmessungen zeigten, daß die Drehbank mit technisch wirtschaftlichem Einzelantrieb eine bis zu 90 v. H. größere Leistung abgeben kann. Diese Mehrleistung würde aber wahrscheinlich bei den üblichen Dreharbeiten nur zeitweise ausgenutzt, so daß zum Vergleich der maschinellen Einrichtung ein geringerer Unterschied zugrunde zu legen wäre. Wird beispielsweise angenommen, daß für ein bestimmtes Fabrikations-Programm bei Aufstellung von Drehbänken mit technisch richtigem Einzelantrieb eine um 25 v. H. geringere Anzahl erforderlich wäre als beim Gruppenantrieb, so würde sich folgende Gegenüberstellung ergeben:

1. Gruppenantrieb, maschinelle Einrichtung, vier Gruppen von je sechs Drehbänken, 24 Drehbänke zu G.M. 4800.— . . .	G.M. 115200,—
Baulicher Teil	„ 30000,—
	G.M. 145200,—
2. Wirtschaftlicher Einzelantrieb, maschinelle Einrichtung, achtzehn Drehbänke zu je G.M. 5360,—	G.M. 96480,—
Baulicher Teil	„ 20000,—
	G.M. 116480,—

Für die Gesamtanlage in Ausführung mit wirtschaftlichem Einzelantrieb würde sich demnach ein Minderpreis von G.M. 28720,— = etwa 20 v.H. ergeben.

Die Preisgegenüberstellung in ihrer Gesamtheit zeigt deutlich, daß sich bei Annahme der gleichen Anzahl von Werkzeugmaschinen für den Gruppenantrieb ein nur unwesentlicher Minderpreis ergibt und daß sich dieser Minderpreis bei einer je nach dem in Frage kommenden Fabrikations-Programm angepaßten Anzahl der Drehbänke sogar in einen erheblichen Mehrpreis umwandeln kann. Bei den vorstehend gebrachten Preisvergleichen ist im übrigen außer Acht gelassen, daß sich beim technisch richtigen Einzelantrieb gegenüber den sonstigen Antriebsarten je nach der Belastung der Arbeitsmaschine mehr oder weniger große Ersparnisse für den Stromverbrauch je kg verspantes Material ergeben. Infolge dieser Ersparnis würden sich sogar unter Annahme einer gleichen Anzahl von Werkzeugmaschinen die errechneten höheren Anlagekosten in kurzer Zeit bezahlt machen.

Die Gegenüberstellung aus Bild 10 zeigt ferner, daß sich durch den Fortfall der Riemen und Transmissionen noch weitere Vorteile, wie bessere Übersicht der Räume, bessere Beleuchtung, gegebenenfalls eine zweckmäßigere Aufstellung der Werkzeugmaschinen, eine leichtere Transportfähigkeit des Werkstückes ergeben. Diese Vorteile des technisch richtigen Einzelantriebes gegenüber dem Gruppenantrieb lassen sich allerdings zahlenmäßig nur schwer erfassen.

Das Ergebnis der Vergleichsmessungen und Berechnungen kann demnach dahin zusammengefaßt werden, daß der technisch richtige Einzelantrieb eine Verbesserung des Wirkungsgrades, eine Erhöhung der Leistung, gegebenenfalls eine Verbilligung der Anlagekosten und eine durch den Fortfall der Riemen bedingte Verbesserung ermöglicht. Es ergibt sich danach die Forderung, die Maßnahmen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit nicht nur auf die Zentralen zu beschränken, sondern auch auf die einzelnen Energieverbraucher auszudehnen, da hier die Möglichkeiten gegeben sind, oft mit Hilfe einfacher Mittel die Wirtschaftlichkeit ganz wesentlich zu erhöhen.

Digitized by Google

Warum haben selbsttätige Feuermeldeanlagen, insbesondere solche mit Anschluß an das öffentliche Feuermeldenetz, bisher keine größere Verbreitung gefunden?

Von Branddirektor Krüger, Hamburg.

Über den Zweck und den Wert selbsttätiger Feuermeldeanlagen sind in den verflossenen 20 Jahren des öfteren schon beachtenswerte Abhandlungen in Fachzeitschriften für Feuerschutz- und Feuerversicherungswesen veröffentlicht worden. Trotzdem haben diese wiederholten Hinweise bisher nicht dazu geführt, daß solche Feuermeldeanlagen in dem Umfang eingeführt sind, wie es ihrer wirtschaftlichen Bedeutung entsprechen würde. Als Gründe hierfür werden von den Herstellern selbsttätiger Feuermeldeanlagen angeführt, daß die Feuerschutztechniker zum Teil einen ablehnenden Standpunkt einnehmen oder der Angelegenheit nicht genügendes Interesse entgegenbringen, und daß andererseits die Feuerversicherungsanstalten einen zu geringen Prämienrabatt gewähren. Aber auch von Vertretern der Feuerversicherungsanstalten ist die Ansicht vertreten worden, daß von den Feuerwehren die Verbreitung selbsttätiger Feuermeldeanlagen und ihr Anschluß an das öffentliche Feuermeldenetz nicht genügend gefördert wird.

Die angeführten Gründe müssen als zutreffend anerkannt werden, aber der ablehnende Standpunkt der in Frage kommenden Feuerwehren war auch berechtigt und begründet in den schlechten Erfahrungen, die mit solchen Anlagen zum Teil gemacht worden sind. So war z. B. auch in Hamburg in einem am Kaiserkai belegenen Warenspeicher von großen Ausmessungen im Jahre 1894 eine größere Feuermeldeanlage mit 42 Schleifen und 292 selbsttätigen Feuermeldern mit Ruhestrombetrieb eingerichtet worden. Jede Schleife hatte ein Relais, das beim Abfallen, infolge einer durch das Ansprechen eines Melders hervorgerufenen Stromunterbrechung, einen Lokalstrom schloß und eine Fallklappe sowie einen Alarmwecker auslöste. Die Relais mit den Fallklappen waren in einem Schrank vereinigt, der in einem Turmzimmer des Speichers untergebracht war. In demselben Raum war ein an das öffentliche Feuertelegraphennetz angeschlossener Morseapparat aufgestellt, der von einem Feuerwehrmann bedient wurde. Für die Weitergabe eines Feueralarms von einem selbsttätigen Feuermelder an die nächste Feuerwache lagen die Verhältnisse also äußerst günstig.

Bei der Herstellung der Anlage wurden zwei Arten Feuermelder verwendet, und zwar 149 Feuermelder System Gould & Co., Berlin, und 143 Feuermelder System Dr. Classen, Hamburg.

Der Feuermelder von Gould & Co. besteht aus einer auf einer Eisenunterlage montierten Messingstange, die sich bei Erwärmung ausdehnt und dadurch auf den kurzen Arm eines Winkelhebels wirkt. Der lange Arm des Winkelhebels wirkt dann auf den Leitungsdraht stromunterbrechend. Eine Regulierschraube am Kontakt ermöglicht die Einstellung auf verschiedene Grade.

Der Feuermelder von Dr. Classen besteht aus einer U-förmig gebogenen Glasröhre, deren Schenkel oben in Glaskugeln enden, die zugegeschmolzen sind. In einem der Schenkel sind zwei Platindrähte eingeschmolzen. In dem Glaskörper selbst sind Quecksilber und verdichtete Luft eingeschlossen. Bei auftretender Erwärmung dehnt sich die in dem Glaskörper eingeschlossene Luft aus und drückt das Quecksilber unter einen der Platindrahtkontakte, so daß eine Stromunterbrechung eintritt.

Schon nach kurzer Betriebsdauer gaben die selbsttätigen Feuermelder beider Systeme Falschalarme. Diese Falschalarme nahmen schließlich derart überhand, daß verfügt werden mußte, daß beim Ansprechen eines selbsttätigen Feuermelders an Stelle eines Löschzuges zunächst nur ein Oberfeuerwehrmann ausrückte, der die Ursache festzustellen hatte. Damit war der eigentliche Zweck der selbsttätigen Feuermeldeanlage ausgeschaltet worden. Trotzdem wurde die Anlage auch weiterhin in Betrieb gehalten und veranlaßt, daß alle Feuermelder, die Falschalarm abgaben und die als nicht ganz einwandfrei festgestellt wurden, durch solche einer anderen Konstruktion ersetzt wurden. Der hierfür vor-

Digitized by Google

gesehene Melder ist nach den Angaben der Hamburger Feuerwehr von der Firma Lorenz, Hamburg, hergestellt worden. Er besteht aus einer Holzscheibe, in deren Mitte ein mit Gewinde versehenes Hartgummistück befestigt ist. Letzteres enthält in seiner Längsachse zwei Bohrungen, aus denen zwei feine Platindrähte hervorragen, die mit zwei Leitungsklemmen verbunden sind. Auf dem Gewinde des Hartgummistückes ist ein kurzer Hohlzylinder aus Eisen aufgeschraubt, der unten mit einer Mischung aus Paraffin und Erdwachs verschlossen und dann mit Quecksilber gefüllt ist. Das Quecksilber verbindet somit stromleitend die beiden aus dem Hartgummistück hervorragenden Platindrähte. Die Paraffin- und Erdwachsmischung war so gewählt, daß sie bei 55° C schmilzt und das Quecksilber zum Ausfließen bringt, wodurch der Feuermelder in Tätigkeit gesetzt wird.

Die einfache und sachgemäße Konstruktion dieses Melders ließ erwarten, daß Falschalarme ausgeschlossen sein würden. Diese Annahme hat sich aber nicht bestätigt.

In der Zeit seit der Einrichtung dieser selbsttätigen Feuermeldeanlage bis zum Jahre 1919 haben nicht weniger als 39 Falschalarme stattgefunden. Diese Alarme verteilten sich auf alle Jahreszeiten. Von den Falschalarmen entfallen

4 auf das System Gould & Co.,
28 auf das System Dr. Classen,
7 auf den Lorenzmelder.

Die Falschmeldungen durch die Feuermelder System Gould & Co. setzten schon kurze Zeit nach Inbetriebnahme der Anlage ein, infolge übergroßer Empfindlichkeit bei Temperaturschwankungen und Erschütterungen, wie sie in Warenspeichern mit Holzdecken häufig vorkommen.

Bei einer Überholung sämtlicher Melder dieser Konstruktion wurde eine große Anzahl als unbrauchbar festgestellt, sie mußten deshalb ausgewechselt werden.

Das Versagen der Feuermelder System Dr. Classen ist in den meisten Fällen auf folgende Ursachen zurückgeführt worden:

Die in der Glasröhre eingeschmolzenen Platindrähte hatten infolge Veränderung ihres Querschnitts feine Haarrisse in der Glaswand hervorgerufen, und an diesen Stellen hatten sich an den in das Quecksilber eingetauchten Platindrahtenden Luftbläschen angesetzt, was eine Stromunterbrechung zur Folge hatte.

Die Falschmeldungen der Lorenz-Feuermelder hatten verschiedene Ursachen. In zwei Fällen war der Schmelzpfropfen durch Mäuse oder Insekten herausgenagt. In den meisten übrigen Fällen hatte sich an einem der in das Quecksilber eingetauchten Platindrahtenden eine Oxydschicht gebildet, wodurch der Strom unterbrochen wurde. Die Ursache hiervon hat mit Sicherheit nicht festgestellt werden können.

Nachdem auch durch diese Melder verschiedene Falschalarme verursacht worden waren, wurden sie zum Teil durch Feuermelder, System Siemens & Halske, Berlin, sogenannte Maximalmelder, und zum Teil durch Feuermelder System Schöppe, Leipzig, ersetzt.

Diese Melder haben seit ihrer Einschaltung einwandfrei gearbeitet.

Aus diesen Ergebnissen muß der Schluß gezogen werden, daß selbsttätige Feuermelder, deren Hauptbestandteile aus einem Glaskörper mit eingeschmolzenen Drähten und Quecksilberfüllung bestehen, und solche, bei denen auch in anderer Weise Quecksilber als Stromleiter benutzt wird, bei Verwendung nicht ganz einwandfreien Materials leicht unbrauchbar werden, also unzuverlässig sind und dann für Feuermeldeanlagen, deren Anschluß an das öffentliche Feuermeldenetz gefordert wird, nicht in Frage kommen können.

Aus dem Versuch mit dem Feuermelder Gould & Co. können allgemeine Schlüsse nicht gezogen werden, weil der Melder nicht zweckentsprechend konstruiert ist.

Über diese Hamburger Versuche und Feststellungen sind Veröffentlichungen in Fachzeitschriften zwar nicht erfolgt, trotzdem sind aber die dabei gemachten schlechten Erfahrungen zur Kenntnis vieler Berufsfeuerwehren gelangt, und das dürfte auch mit dazu beigetragen haben, daß die Einführung selbsttätiger Feuermeldeanlagen von diesen Berufsfeuerwehren bisher verhältnismäßig wenig gefördert worden ist.

Aber im Laufe der Jahre sind mit anderen selbsttätigen Feuermeldern und Empfangseinrichtungen, z. B. mit Anlagen von Siemens & Halske, Schöppe u. a., so gute Erfahrungen gesammelt worden, daß man solchen Anlagen nunmehr Vertrauen entgegenbringen kann. Es sollten daher die Feuerwehren, soweit sie noch nicht Förderer

Digitized by Google

von selbsttätigen Feuermeldeanlagen sind oder der Angelegenheit noch abwartend gegenüberstehen, jetzt ihre Bedenken fallen lassen, die wirtschaftliche Bedeutung dieser Anlagen anerkennen und auch aus feuersicherheitlichen Gründen für deren weitestgehende Verbreitung Sorge tragen.

So hat auch die Hamburger Feuerwehr hierin ihren Standpunkt geändert und nunmehr für den Kaispeicher am Kaiserkai an Stelle der veralteten Anlage die Einrichtung einer neuen selbsttätigen Feuermeldeanlage empfohlen und deren Anschluß an das öffentliche Feuermeldenetz zugelassen. Die Anlage wurde im Januar 1923 fertiggestellt und enthält 14 Schleifen mit 290 Feuermeldern, sogenannten Maximalmeldern, und einer Empfangseinrichtung System Siemens & Halske, die in dem Turmwächterzimmer des Speichers untergebracht ist. Auf der Empfangseinrichtung wird durch Fallen von Klappen angezeigt, in welcher Schleife ein Feuermelder angesprochen hat, sowie Drahtbruch und Stromunterbrechungen. Als Stromquelle sind Akkumulatoren aufgestellt. Die Anlage wird von der Hamburger Feuerwehr überwacht und instandgehalten, sie entspricht somit den neuesten Anforderungen, insbesondere auch denen der Feuerversicherungsanstalten.

Die Notwendigkeit, in größeren Betrieben mit wertvollem Inhalt selbsttätige Feuermeldeanlagen mit Anschluß an das öffentliche Feuermeldenetz zu schaffen, besteht jetzt mehr als je. Früher war es in solchen Betrieben allgemein üblich, Nachtwächter anzustellen, deren Aufgabe es war, alle Räume von Zeit zu Zeit abzugehen, um Diebstähle zu verhindern, sowie entstehende Brände festzustellen und die Feuerwehr durch den nächsten Feuermelder herbeizurufen. Von diesen Maßnahmen hat man in neuerer Zeit abgehen müssen, weil auch auf Nachtwächter meist kein Verlaß mehr ist. Die durch den Weltkrieg hervorgerufenen mißlichen wirtschaftlichen Verhältnisse machen sich in den meisten direkt oder indirekt davon betroffenen Ländern bemerkbar durch eine erschreckende Zunahme von Diebstählen, Einbrüchen und Raubüberfällen, und das hat dazu geführt, daß die meisten Betriebe, die früher Wächter hielten, jetzt diejenigen Räume, in denen sich wertvolle Gegenstände und Waren befinden, nach Schluß der Arbeitszeit abschließen und gegen Einbruch und Beraubung besonders stark sichern. Vereinzelt ist man auch dazu übergegangen, solche Betriebe dann noch durch außen aufgestellte Wächter bewachen zu lassen.

Die Sicherung der Betriebsräume gegen Einbruch geschieht jetzt in der Regel in der Weise, daß die Zugänge und Fenster mit starken Eisengittern und mit eisenbeschlagenen Türen abgeschlossen werden. Das hat aber wieder den großen Nachteil, daß ein in diesen Räumen entstehender Brand in der Regel erst dann entdeckt wird, wenn er einen größeren Umfang angenommen hat, wenn also schon große Sachwerte vernichtet sind. Außerdem muß man damit rechnen, daß im Fall eines solchen Brandes das Aufbrechen der eisenbeschlagenen Türen und der Eisengitter durch die Feuerwehr längere Zeit in Anspruch nimmt, so daß der Feuerlöschangriff hierdurch erhebliche Verzögerungen erleidet und der Erfolg der Löschmaßnahmen in Frage gestellt ist.

Diese Zustände bedürfen dringend der Abhilfe, und das kann am zweckentsprechendsten erreicht werden durch den Einbau selbsttätiger Feuermeldeanlagen mit Anschluß an das öffentliche Feuermeldenetz.

Die Schaffung eines solchen erhöhten Feuerschutzes wird auch überall da am Platze sein, wo Gebäude und deren Inhalt durch Versicherung gegen Feuerschaden nicht voll gedeckt sind, und das dürfte besonders in Ländern mit tiefstehender und schwankender Währung häufig der Fall sein.

Die Zulassung des Anschlusses selbsttätiger Feuermeldeanlagen an das öffentliche Feuermeldenetz wird aber von den Feuerwehren von folgenden Voraussetzungen abhängig gemacht werden müssen:

1. Selbsttätige Feuermeldeanlagen müssen so eingerichtet sein, daß durch Störungen in der Anlage nicht auch die Anschlußleitung der öffentlichen Feuermeldeanlage ohne weiteres außer Betrieb gesetzt wird.

2. Das Ansprechen eines Feuermelders, ein Drahtbruch sowie eine Stromstörung müssen sich an einem Klappenschrank selbsttätig bemerkbar machen.

3. Der Klappenschrank muß möglichst in einem ebenerdigen Raume aufgestellt werden, insbesondere dann, wenn letzterer nicht dauernd besetzt ist.

Digitized by Google

4. Die Anlage muß dauernd mit dem öffentlichen Feuermeldenetz in Verbindung stehen. Das Ein- und Ausschalten der Anlage bei Beginn und Schluß der Betriebszeit ist zu vermeiden.

5. Die zu verwendenden selbsttätigen Feuermelder müssen möglichst so eingerichtet sein, daß sie auf bestimmte Hitzegrade eingestellt und hierauf geprüft werden können, ohne dabei beschädigt zu werden. Von dieser Bedingung wird Abstand genommen werden können bei Verwendung von Schmelzmeldern, wenn einwandfrei festgestellt wird, daß der Schmelzpunkt aller Feuermelder der gleiche ist und dauernd erhalten bleibt.

6. Die Melder müssen gegen äußere Beschädigungen geschützt sein und nötigenfalls federnd aufgehängt werden.

7. Unter normalen Verhältnissen sind die Melder auf 65° C einzustellen.

In Betrieben, in denen große Mengen leicht brennbarer Stoffe gelagert und verarbeitet werden, z. B. in Holzbearbeitungsfabriken, Mühlen, Spinnereien, Warenhäusern und ähnlichen Betrieben, wo also im Fall eines Brandes mit einer schnellen Ausbreitung des Feuers gerechnet werden muß, empfiehlt es sich, außer einer selbsttätigen Feuermeldeanlage auch noch eine selbsttätige Sprinkleranlage einzubauen. Die gleiche Einrichtung wird auch überall dort am Platze sein, wo eine schlagfertige Feuerwehr nicht vorhanden ist, oder wo mit einem alsbaldigen Eingreifen der Feuerwehr infolge der örtlichen Lage nicht gerechnet werden kann.

Für selbsttätige Feuermeldeanlagen, die allen Bedingungen der Feuerversicherungsanstalten entsprechen und auch an das Feuermeldenetz einer leistungsfähigen Berufsfeuerwehr angeschlossen sind, werden von den Feuerversicherungsanstalten in den meisten Ländern 5 v. H. Prämienrabatt bewilligt, während z. B. in England hierfür in besonderen Fällen bis zu 20 v. H. gewährt werden. Ein Prämienrabatt von nur 5 v. H. entspricht aber in keiner Weise den für selbsttätige Feuermeldeanlagen aufgewendeten hohen Kosten und dem nicht unerheblichen Nutzen, den die Feuerversicherungsanstalten hieraus ziehen, und hierin dürfte wohl der zweite Grund dafür liegen, daß selbsttätige Feuermeldeanlagen jetzt immer noch nicht weiter verbreitet sind. Es wäre deshalb zu wünschen, daß auch die in Betracht kommenden Feuerversicherungsanstalten ihren bisherigen Standpunkt ändern und einen höheren Prämienrabatt als bisher bewilligen.

Die Leonard-Fördermaschine der Siemens-Schuckertwerke mit raschlaufendem Antriebsmotor und vom Führerstand aus ein- und abschaltbarem Umformer

Von Dipl.-Ing. Karl Schade, Oberingenieur in der Abteilung Industrie der SSW.

Innerhalb der Bremsvorrichtung, welche die SSW neuerdings als schnellschließende Druckluft-, Betriebs- und Sicherheitsbremse mit Gewichtsnotbremse in einem gemeinsamen Rahmen mit dem Betätigungsgestänge und dem Sicherheitsbremsmagneten zusammengebaut, ausführen (Bild 6 und 7), ist eine gegenseitige Verriegelung des Betätigungsgestänges der Betriebsbremse und des Sicherheitsbremsmagneten angebracht, die bei abgeschaltetem Umformer, also angezogener Betriebsbremse, ein Einfallen der Sicherheitsbremse verhindert (Punkt 1 Seite 123) und ein Lüften der Betriebsbremse erst möglich macht, wenn nach dem Einschalten des Umformers volle Erregerspannung vorhanden ist und der Anlasser sich in seiner Kurzschlußstellung befindet (Punkt 2 Seite 123).

Da bei dem betriebsmäßigen Abschalten des Umformers auch stets infolge der direkten Kupplung der Erregermaschine mit dem Umformer die Erregerspannung verschwindet, so würde, falls diese Verriegelung nicht vorhanden wäre, jedesmal mit dem Abschalten des Umformers auch die Sicherheitsbremse zum Einfallen kommen, da der Bremsmagnet von der Erregermaschine gespeist wird. Das Einfallen der Sicherheitsbremse ist aber zwecklos und unerwünscht, da die Betriebsbremse vor dem Abschalten des Umformers bereits angezogen ist. Außerdem würde das Einfallen der Sicherheitsbremse auch jedesmal nach dem Einschalten des Umformers ein Lüften dieser Bremse bedingen, wodurch nur die Bedienung der Maschine unbequem würde. Andererseits muß ein Lüften

Digitized by Google

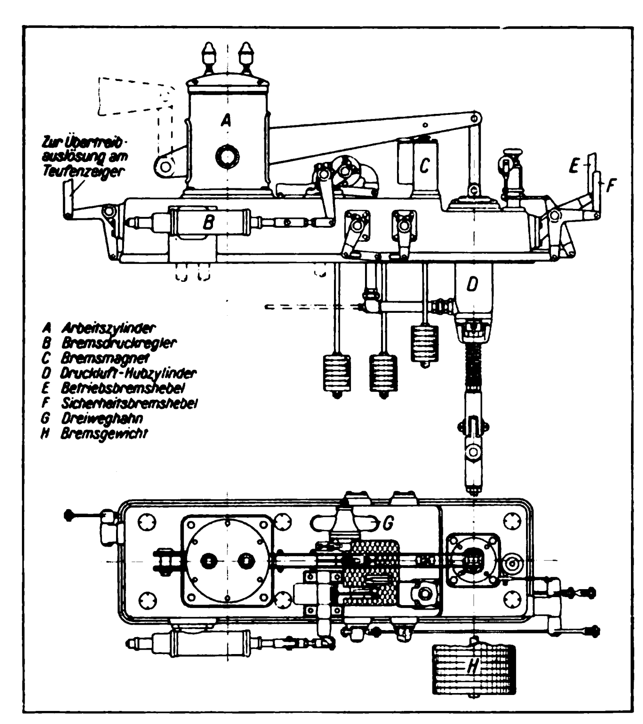


Bild 6. Schnellschließende Druckluft-, Betriebs- und Sicherheitsbremse der SSW.
TWL

der Betriebsbremse, bevor die Fördermaschine vollkommen betriebsbereit ist, d. h. also bevor volle Erregerspannung vorhanden und der Umformer auf voller Drehzahl ist, mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit der Förderanlage unbedingt vermieden werden. Beide Forderungen werden durch die in der Bremsvorrichtung angeordnete Verriegelung erreicht.

Durch die an dem Steuerbock der SSW vorgesehene normale Verriegelung des Steuerhebels und des Betriebsbremshebels kann dieser erst in die Stellung „Bremse fest" bzw. „Umformer aus" gebracht werden, wenn mit dem Steuerhebel die Maschine stillgesetzt ist, dieser also sich in der Nullage befindet. Dadurch wird erreicht (Punkt 3 Seite 124), daß der Umformer erst abgeschaltet werden kann, wenn die Maschine stillgesetzt und die Betriebsbremse aufgelegt ist.

Die vorgesehene Schnellerregung der Erregermaschine (Punkt 5 Seite 124) bezweckt, beim Einschalten und Anlassen des Umformers die Spannung der Erregermaschine in kürzester Zeit auf die volle Höhe zu bringen. Diese Schnellerregung ist notwendig, weil infolge der Induktanz der Erregermaschine und der Feldwicklung des Umformers zu lange Zeit vergehen würde, bis die Maschine betriebsbereit ist. Die Schnellerregung wird dadurch erreicht, daß das bei Leonard-Anlagen der SSW stets vorhandene, im Sicherheitsbremsmagneten-Stromkreis liegende, vom Erregerstrom des Fördermotors gespeiste Minimalrelais beim Abschalten des Umformers, sobald es infolge Verschwindens der Erregung des Fördermotors abfällt, einen Widerstand im Erregerstromkreis der Erregermaschine kurzschließt. Wird jetzt der Umformer angelassen, so nimmt die Spannung der Erregermaschine infolge des kurzgeschlossenen Widerstandes sehr schnell einen über der normalen Spannung liegenden Wert an, wodurch auch das Feld des Fördermotors rasch seine normale Stärke erreicht. Sobald nun das Minimalrelais wieder anzieht, wird der Kurzschluß des eben erwähnten Widerstandes in dem Erregerstromkreis der Erregermaschine aufgehoben, wodurch die Spannung der Erregermaschine auf den normalen Wert zurückgeht. Um auf alle Fälle bei einem Versagen des Relais die Schnellerregung nach vollendetem Anlassen des Umformers zu unterbrechen, wird der Kurzschluß des Widerstandes auch aufgehoben, sobald der Anlasser des Steuermotors seine Einschaltstellung erreicht hat, durch den vorher erwähnten Walzenschalter WS 3 auf der Welle des Anlassers.

Schaltet der Ölschalter selbsttätig aus, so bleibt der Anlasser trotzdem in seiner Einschaltstellung stehen, da der Stromkreis für den Hilfsmotor des Anlassers nur in Abhängigkeit von der Stellung des mit dem Betriebsbremshebel ge-

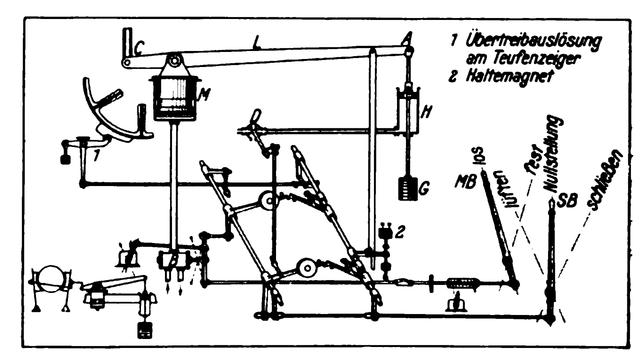


Bild 7. Gestängeanordnung der schnellschließenden Druckluft-, Betriebs- und Sicherheitsbremse, Bauart SSW.

B = Bremsdruckregler M = Arbeitszylinder
D = Dreiweghahn MB = Betriebsbremshebel
G = Fallgewicht SB = Sicherheitsbremshebel
H = Hubzylinder L = Bremshebel

TWL

kuppelten Walzenschalters WS 1 geschaltet wird. Also erst, wenn der Maschinist nach dem durch das Ausschalten des Ölschalters erfolgten Ein-

Digitized by Google

fallen der Sicherheitsbremse den Betriebsbremshebel über die Stellung „Bremse fest" auf „Umformer aus" bringt, wird der Anlasser in seine Ausschaltstellung zurücklaufen (Punkt 4 Seite 124). Würde man die Schaltung nicht in dieser Weise durchgebildet haben, so würde ein dauerndes Ein- und Ausschalten (Pumpen) des Anlassers die Folge sein, da der mit dem Betriebsbremshebel verbundene Walzenschalter WS 1 so lange auf Einschaltstellung steht, bis der Maschinist den Betriebsbremshebel auf „Umformer aus" bringt.

Damit der Maschinist weiß, ob die Fördermaschine nach Anlassen des Umformers vom Führerstand aus betriebsbereit ist, ist eine Signallampe am Teufenzeiger angeordnet, die aufleuchtet, sobald der Sicherheitsbremsmagnet anzieht und der Anlasser seine Einschaltstellung erreicht hat.

Will der Maschinist also nach beendetem Zuge den Umformer stillsetzen, so braucht er nur den Betriebsbremshebel um etwa 10° über die Stellung „Bremse fest" auf die Stellung „Umformer aus" zu bewegen, dadurch fällt der Ölschalter des Steuermotors heraus, und der Anlasser läuft in seine Ausschaltstellung. Will der Maschinist wieder weiter fördern, so hat er den Betriebsbremshebel in die Stellung „Bremse fest" zu bringen und auf das Aufleuchten der Signallampe am Teufenzeiger zu warten. Durch Auslegen des Betriebsbremshebels in Stellung „Bremse fest" wird der Schalter des Steuermotors und gleichzeitig der Hilfsmotor des Anlassers eingeschaltet, der Umformer läuft an. Sobald die Signallampe am Teufenzeiger aufleuchtet, lüftet der Maschinist die Betriebsbremse und legt den Steuerhebel aus. Vorzeitiges Lüften der Betriebsbremse und vorzeitiges Auslegen des Steuerhebels ist ausgeschlossen, da die Betriebsbremse infolge der bereits beschriebenen Verriegelung durch den Sicherheitsbremsmagneten so lange festgehalten wird, bis der Umformer betriebsbereit ist. Gleichzeitig mit dem Freigeben des Betriebsbremshebels leuchtet auch die Signallampe am Teufenzeiger auf. Beim Stillsetzen und Anlassen des Umformers hat der Maschinist keinerlei besondere Schaltungen vorzunehmen. Er hat, wie gesagt, nur die kleine Bewegung des Betriebsbremshebels auszuführen, ohne sich um den Umformer zu kümmern.

Die Schaltung hat den großen Vorteil, daß durch sie die Betriebssicherheit der Förderanlage in keiner Weise beeinflußt wird, selbst dann nicht, wenn infolge irgendwelcher Unregelmäßigkeiten die Schaltung versagen sollte. Der Umformer kann, wie bei allen anderen Anlagen, von Hand eingeschaltet und angelassen werden. Die Steuerung der Maschine ist vollständig unabhängig von der selbsttätigen Steuerung des Umformers. Versagt also einmal das selbsttätige Anlassen des Umformers vom Führerstand aus, so wird dieser von Hand angelassen und die Fördermaschine ohne Abschaltung des Umformers betrieben.

Die SSW haben bereits eine ganze Anzahl Förderanlagen mit dieser Einrichtung ausgeführt.

Die Anlage der Grube „Vereinigung" ist die erste, die mit der Ein- und Ausschaltung des Umformers vom Führerstand ausgeführt wurde. Die Drehzahl des Umformers dieser Anlage beträgt 750, die Leistung des Steuermotors 240 kW, der Leerlauf etwa 15 kW einschl. der Erregung des Fördermotors während der Pausen.

Bild 8 und 9 lassen die Fördermaschine und den Umformer erkennen.

Wie Anlaßversuche am Umformer ergeben haben, beträgt die aus dem Netz aufgenommene größte Leistung des Steuermotors beim Anlassen vom Stillstand aus ungefähr 140 kW, erreicht also bei weitem nicht die Normalleistung des Steuermotors. Der Umformer erreichte bei den Anlaßversuchen in 8 s volle Betriebsbereitschaft. Anfangs war bei dieser Anlage die weiter vorn erwähnte Schnellerregung nicht vorgesehen, und es dauerte im ganzen 18 s, bis volle Erregerspannung vorhanden und der Umformer betriebsbereit war. Da diese Zeit den SSW mit Rücksicht auf eine schnelle Betriebsbereitschaft zu lang erschien, wurde die Schnellerregung eingebaut. Dadurch wurde bereits nach 7 s volle Erregerspannung und nach 8 s, welche Zeit der Anlasser gebrauchte, um in die Kurzschlußstellung zu laufen, volle Betriebsbereitschaft der Maschine erreicht. Der Maschinist ist also in der Lage, bei abgeschaltetem Umformer 8 s nach Ertönen des Signals für den neuen Zug anfahren zu können. Die Zeit bis zur Erreichung der Betriebsbereitschaft ist unabhängig von der jeweiligen Drehzahl des Umformers beim Wiederanlassen, sondern nur bedingt durch die Zeit,

Digitized by Google

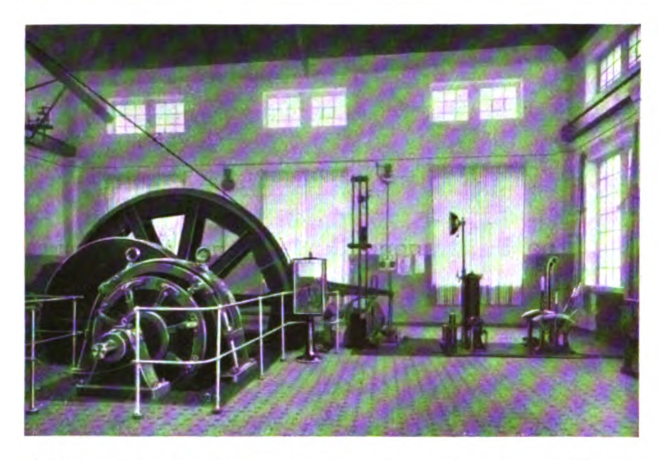


Bild 8. Fördermaschine, Grube „Vereinigung“, Stahlwerk van der Zypen und Wissener Eisenhütten A. G.
TWL

die der Anlasser gebraucht, um in die Kurzschlußstellung zu laufen. Diese Zeit wird bei der Inbetriebsetzung festgelegt.

Die Anlage der Grube „Vereinigung“ arbeitet seit Anfang des Jahres 1916 ununterbrochen. Es sind bisher irgendwelche Störungen an den für die Schaltung des Umformers in Frage kommenden Einrichtungen nicht vorgekommen. Ebenso arbeiten die in der Zwischenzeit in Betrieb gekommenen mit dieser Anordnung ausgerüsteten Förderanlagen ohne jede Störung, so daß man wohl sagen darf, die Anordnung, den Umformer vom Führerstand aus ein- und auszuschalten, ist durchaus betriebssicher und hat sich in jahrelangem Betrieb bewährt. Die SSW haben in der Zwischenzeit an der Schaltung und den erforderlichen Apparaten verschiedene Verbesserungen vorgenommen, die sich auf Grund der im Betriebe gemachten Erfahrungen als zweckmäßig erwiesen haben. Die endgültige Schaltung ist im wesentlichen aus Bild 3 zu ersehen.

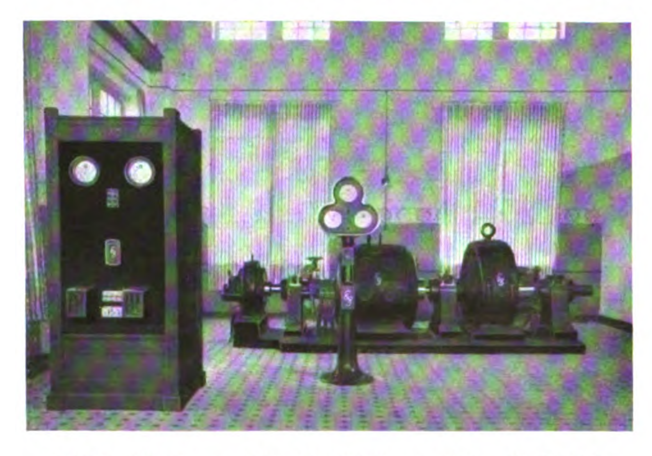


Bild 9. Umformer für die Fördermaschine in Bild 8.
TWL

Um einwandfreie Unterlagen über den Leerlaufverbrauch und den Anlaufverbrauch von Leonardumformern ohne Schwungrad zu haben, wurden von den SSW Versuche an verschiedenen Umformern vorgenommen. Bild 10 zeigt die auf Grund derartiger Versuche ermittelten Kurven über Leerlaufverbrauch, Anlaufverbrauch und Auslaufzeit. In dem Kurvenblatt sind Anlaufverbrauch und Leerlaufverbrauch, sowie die Drehzahl während des Auslaufes über der Auslaufzeit t aufgetragen. Nach t = 100 v. H. steht der Umformer still. Beim Anlassen nach einer Pause von t = 100 v. H. erreicht der Anlaufverbrauch seinen Höchstwert. Beim Anlassen nach längerer Pause als t = 100 v. H. bleibt der Anlaufverbrauch gleich. Der Anlaufverbrauch nach einer Pause von t = 100 v. H. ist in der Kurve gleich 100 v. H. des Anlaufverbrauches in kWs gesetzt und der Leerlaufverbrauch auf den Anlaufverbrauch bezogen. Außerdem ist noch eine Kurve eingetragen, die die Energieersparnis in Hundertteilen bei Verwendung abschaltbarer Umformer, bezogen auf den Anlaufverbrauch des Umformers vom Stillstand aus, angibt. Der Leerlaufverbrauch berücksichtigt auch hier die Erregung des Fördermotors.

Wie die Kurve zeigt, ist der Leerlaufverbrauch der Umformer ständig größer als der Anlaufverbrauch, und zwar nimmt der Unterschied mit längerer Anlaufzeit t, also größerer Pause, stark zu. Von einer bestimmten Zeit ab, nach welcher der abgeschaltete Umformer zum Stillstand gekommen ist, bleibt der Anlaufverbrauch konstant, so daß von diesem Zeitpunkt ab der Unterschied zwischen Leerlaufverbrauch und Anlaufverbrauch noch stärker wächst. Aus den Kurven geht hervor, daß um so mehr durch die Abschaltung des Umformers gespart wird, je länger die Pausen zwischen den einzelnen Förderzügen sind. Volle Betriebsbereitschaft der Umformer konnte nach etwa 8—10 s erreicht werden.

Die SSW beabsichtigen, eine ähnliche Anordnung, den Umformer vom Führerstand aus ein- und auszuschalten, auch für Fördermaschinen mit Schwungradausgleich durchzubilden, bei denen eine unregelmäßige Förderung stattfindet, wobei

Digitized by Google

jedoch auf Schwungradausgleich aus irgendwelchen Gründen nicht verzichtet werden kann. Trotzdem der Anlaufverbrauch bei Schwungradumformern naturgemäß bedeutend größer ist als bei schwungradlosem Umformer, ergibt die Abschaltung des Schwungradumformers bei längeren Pausen, wie Bild 11 zeigt, ganz wesentliche Ersparnisse, da ja auch die Leerlaufarbeit eines Schwungradumformers das Vielfache der Leerlaufarbeit eines schwungradlosen Umformers beträgt. Die Kurven in Bild 11 sind an einem Schwungradumformer mit einer Drehzahl von 428 in der Minute und einem Radgewicht von 65 t aufgenommen. Die Leistung des Umformermotors betrug 2200 kW.

Aus den vorstehenden Ausführungen geht hervor, daß auch Leonard-Fördermaschinen bei unregelmäßigem Förderbetrieb — mit langen Pausen zwischen den einzelnen Zügen — wirtschaftlich arbeiten, wenn der Leerlaufverbrauch des Umformers während der Förderpausen durch die Anordnung, den Umformer vom Führerstand aus ein- und auszuschalten, vermieden wird. Durch diese Anordnung ist also der einzige Grund für solche Anlagen eine Förderanlage mit Antrieb durch Asynchronmotor, weil wirtschaftlicher, zu verwenden, hinfällig geworden. Da aber die Leonardförderanlage andererseits bedeutende Vorteile, vor allem hinsichtlich der Betriebssicherheit und der Einfachheit der Steuerung, aufweist, sollte man diese Fördermaschine bei Anlagen, die vornehmlich zur Seilfahrt gebraucht werden, stets bevorzugen.

Die Anordnung, den Umformer vom Führerstand aus ein- und auszuschalten, erschwert in keiner Weise dem Maschinisten die Bedienung der Maschine, da er, ohne seinen Platz verlassen zu müssen und ohne auf den Umformer zu achten, das An- und Abstellen vom Steuerbock aus vornehmen kann.

Die Betriebssicherheit und Betriebsbereitschaft der Fördermaschine kann dabei nicht im mindesten beeinträchtigt werden, denn eine falsche Bedienung des Umformers, oder ein vorzeitiges Auslegen des Steuerhebels ist ausgeschlossen. Die Zeit zwischen dem Signal zum Anfahren und der Betriebsbereitschaft der Fördermaschine beträgt nur etwa 8 s. — Selbst ein Versagen der Einrichtung kann eine Beeinträchtigung des Förderbetriebes nicht hervorrufen. Die Maschine würde in einem solchen Falle als normale Leonard-Fördermaschine ohne Abschaltung des Umformers arbeiten.

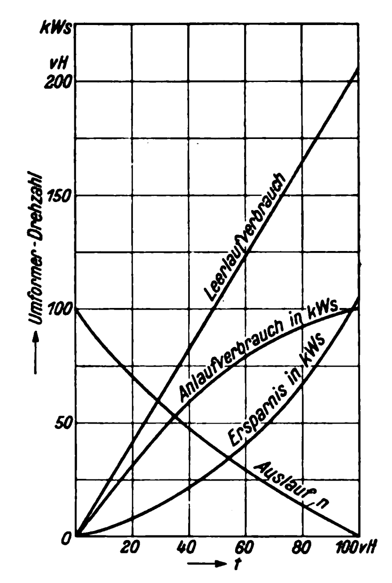


Bild 10. Leerlaufverbrauch, Anlaufverbrauch und Auslauf schwungradloser Umformer. Auslaufzeit t = 100 v.H. Umformer steht. Leerlaufverbrauch und Ersparnis in v.H. bezogen auf Anlaufverbrauch nach t = 100 v. H. *TWL*

Da auch der Anschaffungspreis der vorstehend beschriebenen Einrichtung im Verhältnis zum Preise der Fördermaschine selbst sehr gering ist, so sollte man jede Fördermaschine, bei der mit unregelmäßiger Förderung zu rechnen ist, vor allem Fördermaschinen im Erzbergbau und Kalibergbau, und solche Maschinen, die nur zur Seilfahrt dienen, mit dieser Einrichtung versehen.

Besonders sei noch darauf hingewiesen, daß man bestehende Leonard-Fördermaschinen ohne Schwierigkeit mit der Einrichtung, den Umformer vom Führerstand aus ein- und auszuschalten, versehen kann, so daß also auch bei bereits bestehenden Leonard-Anlagen, bei denen bisher bei unregelmäßiger Förderung die Leerlaufverluste wohl oder übel in Kauf genommen werden mußten, durch Anbringung dieser Einrichtung der Betrieb wirtschaftlicher gestaltet werden kann.

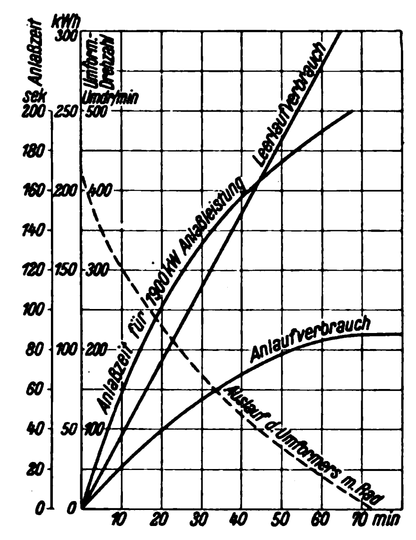


Bild 11. Leerlaufverbrauch, Anlaßverbrauch, Auslauf- und Anlaßzeit eines Schwungradumformers, Radgewicht 65,1 t, Leistung des Steuermotors 2200 kW, Drehzahl = 428. *TWL*

Digitized by Google

KLEINE MITTEILUNGEN

N-Diazed die kleine billige Sicherungspatrone.

Von W. Klement, Oberingenieur der SSW (Kleinbauwerk).

Es ist den Konstrukteuren für Installationsmaterial längst zur Gewißheit geworden, daß die Entwicklung ihres Gebietes in absehbaren Zeiten keinen Abschluß finden kann und daß weiter mühseligste Arbeit nötig sein wird, um alle die mannigfaltigen Aufgaben zu lösen, die ihnen selbst als lösenswert erscheinen. Sie nur in Kürze aufzuzählen, gäbe eine belangvolle Abhandlung für sich.

Fünf wichtige Momente sind es, die im wesentlichen jene Aufgaben diktieren:

1. Möglichste Vereinfachung der Montage,
2. erhöhte Ansprüche an Sicherheit und Dauerhaftigkeit,
3. zweckmäßigste Art der Handhabung,
4. Einstellung auf lohnende Massenerzeugung und
5. die dringende Notwendigkeit zur Systematik und Vereinheitlichung.

Aber auch eine Aufgabe negativer Art ist zu berücksichtigen. Es ist die tägliche Aufgabe, gegenüber den vielen gutgemeinten Gelegenheitsvorschlägen und Wünschen hart zu bleiben, um nicht die übergroße Mannigfaltigkeit der Installationsmaterialien noch weiter zu vergrößern.

Unter den Installationsapparaten bilden die Installationssicherungen ein Kapitel für sich, wenn sie auch mit den übrigen Materialien der Installationstechnik aufs engste verknüpft sind und aus deren Gesamtbereich konstruktiv nicht abgelöst werden können. Sie beschäftigten stets Konstruktionsbüro und Versuchsfeld in hervorragendem Maße und bildeten bei den SSW noch immer ein fruchtbares Feld der Betätigung. — Häufiger als sonst finden sich hierüber in den Fachzeitschriften Abhandlungen, die zielbewußtes Arbeiten und eine recht augenscheinliche Fortentwicklung erkennen lassen, und zwar eine Entwicklung, die weit über Deutschlands Grenzen hinaus beste Anerkennung fand. — Sie führte bekanntlich über das Ringbolzensystem hinweg zum Diazedsystem und fand schließlich den Weg zu einer teils vollzogenen, teils werdenden Vereinheitlichung auf dem Sicherungsgebiet. In fast allen Ländern findet man seitdem die Diazedpatronen der SSW und deren Nachbildungen.

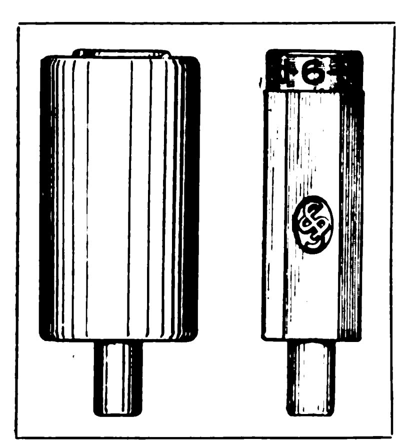


Bild 1 Diazed (bisher) Bild 2 N-Diazed (neu)
natürliche Größe.

TWL

Alle billigen Anforderungen schienen hiermit erfüllt — — — trotzdem nun auch auf diesem gut geklärten Gebiete eine Neuerscheinung: N-Diazed — Bild 1 und 2.

Es ist eine bedauerliche aber ohne weiteres nicht zu vermeidende Tatsache, daß der natürliche Verbrauch von Sicherungspatronen zu allerlei unerlaubten, unsachgemäßen Eingriffen und Notbehelfen führt. Überbrückte und geflickte Sicherungspatronen nehmen überhand — dem muß unbedingt entgegengearbeitet werden, und zwar zum Schutze der Anlagen an sich, zum Schutze der Umgebung vor Brandschaden und schließlich auch zum Schutze der Verantwortlichen.

Was sind nun die Ursachen, die zu unerlaubten Ersatzmitteln verleiten? Zum Teil sind es gewiß Sparsamkeitsgründe, viel häufiger aber sicher der Mangel an Vorrat. Beides müßte man also zu beseitigen suchen, d. h. die gängigsten Patronen, also diejenigen für den Hausgebrauch verbilligen und den Einkauf so bequem machen, daß Vorrathalten sich von selbst ergibt.

Es wurden beide Forderungen schon seit Jahren gestellt, insbesondere seitens der maßgebenden Vertreter interessierter Fachkreise, wie Montanus als Vorsitzender des Verbandes der Installateure, Direktor Dr. Passavant und Direktor Ely als Vertreter der Installationsfragen innerhalb der Vereinigung der Elektrizitätswerke und Stadtbaurat Höchtl vom Städtischen Elektrizitätswerk München, Vorsitzender der Kommission für Installationsmaterial des VDE. Insbesondere Montanus wurde nicht müde, seine Stimme gegen die sogenannten Mehrfachstöpsel zu erheben und u. a. auf deren Unwirtschaftlichkeit hinzuweisen. „Nicht mehrere Reserveschmelzdrähte in jedem Stöpsel, sondern kleine billige Patronen in Vorratskästchen" — das war das Ziel, das Sachverständigen erstrebenswert erschien.

Das Diazedsystem (der zweiteilige D-Stöpsel) gab schließlich auch hierfür die Möglichkeit. — Die Zerlegbarkeit des Stöpsels in Stöpselkopf und auswechselbare Patrone bewährte sich auch in diesem Sinne. Und so entstand nach vielerlei Überlegungen, mancherlei Mißerfolgen und langwierigen Versuchen endlich ein kleines dünnes Patrönchen, das, seinen dicken Vorgängern getreu, alle guten Eigenschaften einer soliden Sicherungspatrone aufweist, aber billig ist und leicht und räumlich anspruchslos, trotzdem sicher bis 500 V (Bild 1 und 2).

Die neue Patrone, N-Diazed genannt, ist nicht mehr rund, sondern sechseckig, weil in dieser Form viel vorteilhafter und im Gebrauch natürlicher. Sie ist so lang wie die alte Diazedpatrone und hat auch die alten Abmessungen der Paßzapfen, paßt also ohne weiteres zu den in den Anlagen vorhandenen Paßschrauben (Bild 4).

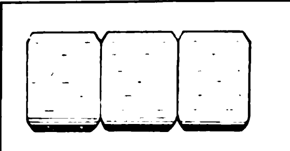
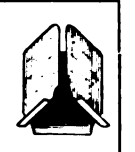



Bild 3. Aus einem Blechstreifen gebogenes Dreikantfutter.

N-Diazed paßt auch zu den alten vorhandenen Köpfen. Hierzu gehört freilich ein neues eigenartiges, einfaches und

Digitized by Google

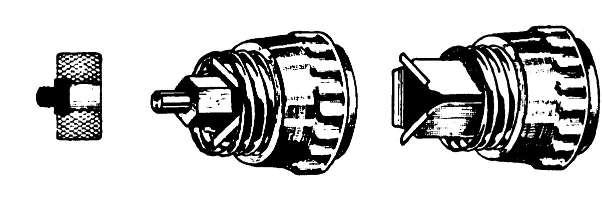


Bild 4. Alte Diazed-Paßschraube. Bild 5. Kopf mit Futterpatrone. Bild 6. Einschieben des Dreikantfutters in den Kopf.

TWL

billiges Mittel — das Dreikantfutter. Es wird nach Bild 3 aus einem glatten dünnen Blech, das für wenige Pfennige zu haben ist, ohne Mühe und ohne Werkzeuge gefaltet und so in den Kopf geschoben (Bild 6). Gut federnd wird dann in diesem Dreikantfutter die Sechskantpatrone gehalten und zentriert (Bild 5). Der Übergang vom alten System der dicken Patronen zu dem neuen System der dünnen wird durch diese Vorrichtung in einfachster Weise vollzogen (Bild 5).

Und nun das Vorrätighalten der N-Diazedpatronen, die Vorratstasche: Die schmale zigarettenartige Form der N-Diazedpatronen führt fast von selbst zu dem Verlangen nach entsprechenden Packungen. So entstand die handliche Fünferpackung nach Bild 7 fertig zum Aufhängen an der Wand, jederzeit zur Entnahme von Patronen unmittelbar an der Verteilungsstelle bereit. Vorläufig mit 6 A-Patronen versehen, wird dieses Vorratskästchen demnächst in jedem passenden Verkaufsgeschäft und zwar zu dem festgesetzten Einzelverkaufspreis von 0,50 G. M. zu haben sein. Man wird sie in Zukunft kaufen wie Zigarren und Zündhölzer und sie im Hause halten wie jedweden anderen Gegenstand des Hausbedarfes, und zwar für zehn Pfennig das Stück.

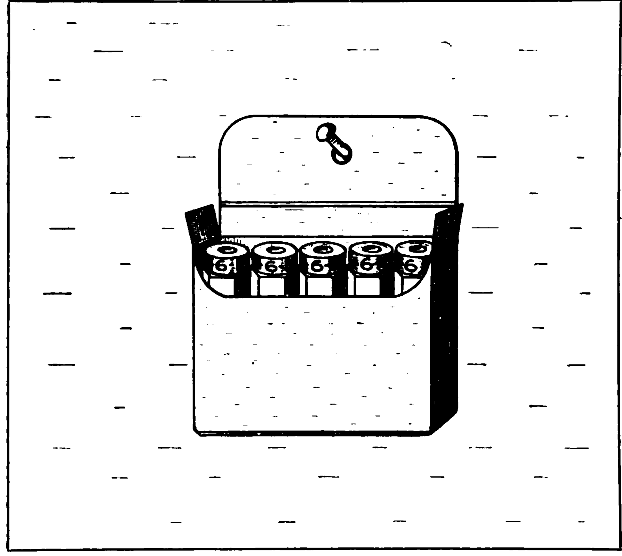


Bild 7. Die Fünferpackung als Vorratstasche.

Die geringe Raumbeanspruchung der N-Diazedpatronen ermöglichte aber auch ganz erhebliche Verkleinerung der Normalpackungen von je 25 Patronen, und gerade diese Anspruchslosigkeit der neuen Patronen dürfte bald auch in Gewerbe und Industrie noch mancherlei anderweitige Vorteile erkennen lassen.

Die N-Diazedpatrone (vorläufig für 6, 10 und 15 A 500 V) hat den altbewährten abspringenden Kennkörper und als angenehme Neuheit am oberen Rande ein farbiges Band. Dieses Band ist grün für 6, rot für 10 und grau für 15 A — hier liest man kurz die Bezeichnung N-Diazed 6, N-Diazed 10 oder N-Diazed 15, die für Bestellung vollkommen genügt und wohl geeignet ist, bald jedermann geläufig zu sein.

Die N-Diazedpatrone ist das Produkt langjähriger Versuche und der nun erfüllte Wunsch vieler Fachkreise. Geprüft im Münchener Prüfamte vom Stadtbaurat Paulus mit allerbestem Erfolg bei 550 V Gleichstrom bietet N-Diazed für Gleich- und Wechselstrom der gebräuchlichen Spannungen so große Sicherheit, daß die Bedienung auch bei bestehendem Kurzschluß völlig gefahrlos ist. Die Erwärmung ist trotz des kleinen Körpers nicht höher als sonst, und ihre Festigkeit der alten Patrone ebenbürtig. Der konstruktive Aufbau stellt gewiß hohe Anforderungen an Porzellan- und Werkstattechnik, zeigt sich aber in jeder Hinsicht doch recht gut geeignet für großzügige Massenfertigung.

Den bestehenden VDE-Normen paßt sich das N-Diazedsystem in praktischen Grenzen bestens an und beweist von neuem, daß Normen den notwendigen Fortschritt nicht zu behindern brauchen.

Das Fernsprechkabel Kopenhagen—Frederikssund

Von Oberingenieur Dr.-Ing. Engelhardt
(Siemens-Kabelgemeinschaft).

Die Kopenhagener Telephon-Aktiengesellschaft betreibt nicht nur das hauptstädtische Fernsprechnetz, sondern hat auch den Fernsprechverkehr Kopenhagens mit den auf der dänischen Hauptinsel Seeland liegenden Städten Roskilde, Frederikssund, Hilleröd und Helsingör in ihren Händen. Alle diese Überlandverbindungen führen über neuzeitliche, pupinisierte Erdkabel, die sämtlich von der Siemens & Halske A.-G. geliefert sind, beginnend mit der Kabelstrecke Kopenhagen—Helsingör im Jahre 1912 und abschließend mit dem von der Hauptstadt nach Frederikssund führenden Kabel, das im vorigen Herbst dem Betrieb übergeben worden ist. Die Verhandlungen über die letzte Anlage begannen im Juni 1922 und führten im Oktober desselben Jahres zur Bestellung. Im März 1923 setzte die Lieferung der Kabel ein, welche die Telephongesellschaft selbst verlegte. Im Juni 1923 begannen Siemens & Halske mit dem Spleißen, dem Einbau der Pupinspulenkasten und dem Kapazitätsausgleich zur Verminderung des Nebensprechens, und bereits Anfang September konnte die betriebsfertige Anlage, und zwar zur vollsten Zufriedenheit der Bestellerin, übernommen werden.

Die 41,8 km lange Kabelstrecke führt von Kopenhagen über Bronskoej, Herloev, Ballerup, Maaloev, Stenloese, Oelstykke und Roerbaek nach Frederikssund[1]). An den angegebenen Zwischenstationen sind Anschlußkabel von 20 bis 1900 m Länge nach den betreffenden Fernsprechzentralen abgezweigt. Die Abzweigung erfolgt in kleinen

[1]) Siemens-Zeitschrift, Februar 1924, S. 61.

Digitized by Google



Bild 1. Kabelhaus in Herlöv.



Bild 2. Kabelhaus Oelstykke.

Kabelhäuschen, wie sie Bild 1 (Kabelhaus Herloev) und Bild 2 (Kabelhaus Oelstykke) zeigen. Die Häuschen sind von der Kopenhagener Telephon-Aktiengesellschaft gebaut. In der Hauptstadt wurden auf einer Länge von 2,7 km blanke Röhrenkabel verlegt, auf dem flachen Land ausschließlich bandeisenbewehrte Erdkabel. Die Aderzahl sinkt entsprechend der zu erwartenden Verkehrsdichte, von Kopenhagen mit 196 Paaren ausgehend, stufenweise bis auf 70 Paare zwischen Maaloev und Roerbaek und endet mit 75 Paaren in Frederikssund. Entsprechend schwankt der äußere Kabeldurchmesser zwischen 73 und 34 mm. Die hohl umsponnenen Leiter haben eine Stärke von 1,2, 1,0 und 0,8 mm. Der Aufbau ist so gewählt, daß die Lagen, nach außen fortschreitend, immer schwächere Adern aufweisen. Die 1,2 mm-Adern sind durchweg nach Dießelhorst-Martin viererverseilt, ebenso die 0,8 mm-Adern zwischen Ballerup und Maaloev, die übrigen nur zu Paaren verdrillt. Bild 3 zeigt einen Querschnitt durch das 196-paarige Erdkabel zwischen Kopenhagen und Bronskoej.

Die 1,0 mm-Adern blieben unbelastet, während die Induktivität der Stamm- und Viererkreise der 1,2 mm-Adern durch Pupinspulen erhöht wurde, die in Abständen von 2,2 km eingeschaltet sind. Belastet wurde jeder Viererkreis durch zwei in die Stämme eingeschaltete Zusatzspulen an jedem Belastungspunkt. Die 0,8 mm-Adern erhielten nur Stammbelastung, auch auf der viererverseilten Kabelstrecke. Die Pupinspulen sind, den neuzeitlichen Anforderungen entsprechend, Massekernspulen, d. h. Spulen, deren Kerne aus reinem Spezialeisenpulver gepreßt sind. Diese Spulen vertragen eine weit höhere Magnetisierung durch Gleichstrom als die alten Drahtkernspulen, ohne ihre Induktivität in unzulässiger Weise zu ändern. Jede Spule ist von einem mit Isoliermasse ausgegossenen und dichtgelöteten Blechgehäuse umgeben, das gleichzeitig zur elektrischen und magnetischen Abschirmung dient. Sämtliche Spulen jedes Belastungspunktes sind in einem gemeinsamen, vergossenen und verlöteten Zinkbehälter untergebracht, den ein äußerer Schutzkasten aus Gußeisen umgibt. Der Zwischenraum zwischen Zink- und Gußkasten ist ebenfalls mit Isoliermasse ausgefüllt, so daß jedes Vordringen von Feuchtigkeit zu den Spulen vermieden wird. Die Schaltadern führen durch ein Zählbrett nach einer Anschlußmuffe aus Zinkguß, die mit dem Kabelmantel verlötet und ebenfalls von einer äußeren Gußeisenmuffe mit ausgegossenem Zwischenraum umgeben ist. Die Spulenkasten sind auf besonderen Wunsch der Kopenhagener Telephon-Aktiengesellschaft in ausgemauerten und leicht zugänglichen Brunnen untergebracht, im Gegensatz zu dem in Deutschland gebräuchlichen Verfahren, die Spulenkasten unmittelbar in die Erde zu betten.

An jedem Belastungspunkt erfolgte auch der Nebensprechausgleich der 1,2 mm-Vierer durch Einschalten kleiner Zusatzkondensatoren geeigneter Größe zwischen die Adern. Für die nur paarig ausgenutzten 1,0 und 0,8 mm starken Leiter war ein solcher Kapazitätsausgleich nicht erforderlich, um völlig ausreichende Nebensprechfreiheit zu erzielen. Die Zusatzkondensatoren sind in besonderen Muffen untergebracht, die eine übersichtliche und raumsparende Anordnung ermöglichen (Bild 4). Diese Kondensatormuffen, die die neueste und zweckmäßigste Anordnung der Ausgleichkondensatoren darstellen, haben außer dem Vorzuge der technischen und konstruktiven Einfachheit und Zuverlässigkeit vor allem auch den wirtschaftlichen Vorteil, eine erhebliche Verbilligung gegenüber den früheren Kondensatorkasten zu ergeben.

Nachfolgende Tafel zeigt die bei den Fabrikations- und Abnahmemessungen festgestellten elektrischen Werte der Anlage bzw. ihrer Teile im Vergleich zu den von der Lieferfirma abgegebenen Garantiewerten; diese einfache Gegenüberstellung beweist besser als viele Worte die Güte der gelieferten Anlage. Die Selbstinduktion der Stammspulen sollte 0,15 H, diejenige der Viererspulen 0,035 H betragen, mit einem zugelassenen Spielraum von ± 2 v. H. Die vorgeschriebenen Werte für die Viererspulensätze wurden in der angegebenen Form nicht gewährleistet, sondern ergeben sich durch Rechnung aus den Garantiewerten der Einzelspulen. Sie sind hier aber angeführt,

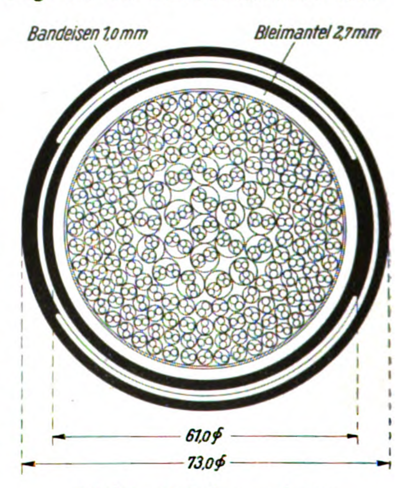


Bild 3. Kabelquerschnitt. *TWL*

Digitized by Google

Fernsprechanlage Kopenhagen – Frederikssund, elektrische Werte.

Leiterstärke		Meßfrequenz ω	mm Einheit	1,2										0,8									
				Stamm					Vierer					Stamm					Vierer				
				Garantie		Meßwerte			Garantie		Meßwerte			Garantie		Meßwerte			Garantie		Meßwerte		
				Min.	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Max.	Min.	Mittel	Max.
Spulensätze	Selbstinduktion	5000	H	0,147	0,153	0,148	0,150	0,152	0,0686	0,0714	0,0686	0,0696	0,0702	0,147	0,153	0,147	0,150	0,151					
	Wirkwiderstand	5000	Ohm		20,0		17,5	19,7		10,1		8,4	9,2		11,2		9,9	10,9					
Kabelanlage	Gleichstromwiderstand	0	Ohm/km		40,1		28,1	29,1							76,7		63,1	66,1					
	Isolation	0	Megohm/km				22000										33300						
	Betriebskapazität (ohne Spulen)	5000	μF/km		0,042 + 5 v. H.		0,0358			0,072 + 5 v. H.		0,0622			0,038 + 5 v. H.		0,0345			0,065 + 5 v. H.		0,0551	
	Dämpfung β	5000	1 km		0,017 + 5 v. H.		0,0139	0,0142		0,015 + 5 v. H.		0,0133	0,0136		0,030 + 5 v. H.		0,0241	0,0246					
	Grenzfrequenz ω_0		1 sek.	17000			18400		20000			20500		17000			18800						
	Nebensprechdämpfung b, Im Vierer Stamm/Stamm	5000							7,5		10,6	> 11									9,7	> 11	
	Nebensprechdämpfung b, Im Vierer Stamm/Vierer	5000							7,5		8,4	> 11											
	Nebensprechdämpfung b, Vierer/Vierer	5000							7,5		9,6	> 11											

um einen Vergleich mit den an den fertigen Spulenkasten gemessenen Werten zu ermöglichen. Entsprechendes gilt für den Gleichstromwiderstand der Gesamtanlage. Die angeführten Mittelwerte der Grenzfrequenz sind nicht tatsächlich festgestellt, sondern ergeben sich durch Rechnung aus den Mittelwerten von Betriebskapazität des Kabels

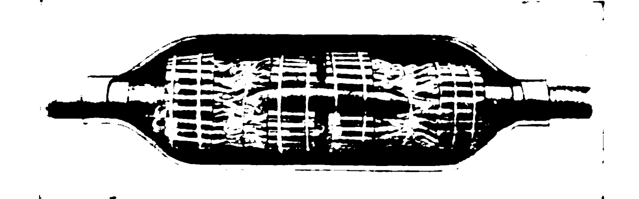


Bild 4. Kondensatormuffe, geöffnet.

TWL

und Selbstinduktion der Spulen. Der zu gewährleistende Grad der Nebensprechfreiheit ist durch einen Dämpfungswert b angegeben, der auf folgende Weise zu ermitteln ist: Eine Wechselstromquelle der Kreisfrequenz $\omega = 5000$ speist gleichzeitig den Störsprechkreis und eine veränderliche Eichleitung vom Wellenwiderstand des gestörten Kreises. Ein Fernhörer wird abwechselnd an diesen und an das andere Ende der Eichleitung gelegt und deren Dämpfungswert so eingestellt, daß beim Hin- und Herschalten kein Lautstärkenunterschied im Fernhörer wahrzunehmen ist. Die fernen Enden des störenden und des beeinflußten Sprechkreises sind hierbei durch Widerstände vom Betrag ihrer Wellenwiderstände abzuschließen, um betriebsmäßige Verhältnisse zu erzielen. Gewährleistet war, daß in den pupinisierten und ausgeglichenen 1,2 mm-Schleifen, sowohl zwischen den beiden Stämmen eines Vierers wie zwischen Stamm- und Viererkreisen desselben Vierers und zwischen benachbarten Viererkreisen, kein Dämpfungswert des Nebensprechens unter $b = 7{,}5$ vorkommen dürfte. Es ist bemerkenswert, daß auch in bezug auf das Nebensprechen zwischen den belasteten 0,8 mm-Paaren viel bessere Werte erzielt wurden, obwohl deren Differenzkapazitäten nicht auf der Strecke ausgeglichen waren.

Pupinkabel für die norwegische Staatstelegraphenverwaltung.

Die Siemens & Halske Aktiengesellschaft ist von der norwegischen Staatstelegraphenverwaltung beauftragt worden, die Pupin-Fernkabel und Telegraphenkabel für die Strecke Kristiania—Lillestrømmen zu liefern. Diese Strecke ist das erste Stück einer von Kristiania in östlicher Richtung verlaufenden Fernkabellinie. Ein kleiner Teil der für diese Anlage erforderlichen Kabel wurde von S. & H. schon im vorigen Jahre geliefert. Der neue Auftrag umfaßt die Lieferung und Montage von mehreren auf der genannten Strecke parallel laufenden Pupin-Fernsprech- und Telegraphenkabeln. Zu liefern sind: Ein 55-paariges Telegraphenkabel, ein 155-paariges und zwei 56-paarige Pupin-Fernsprechkabel, einschließlich Pupinisierung, Kapazitätsausgleich und zugehörige Endverschlüsse usw. Die neue Anlage bildet ein weiteres Glied in der Reihe der von S. & H. gelieferten Pupin-Fernkabelanlagen für die norwegische

Digitized by Google

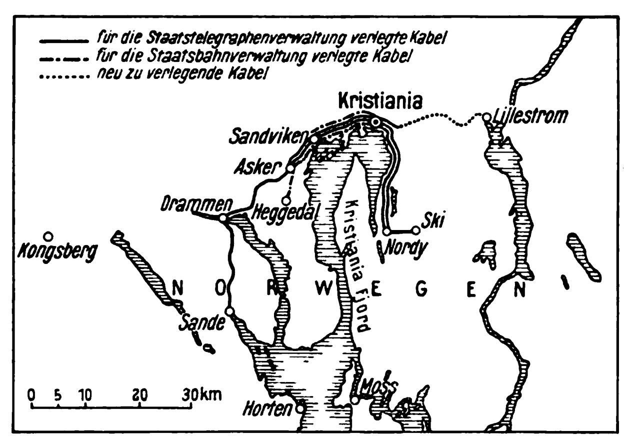


Bild 1. Siemens & Halske-Fernkabel im Bezirk Kristiania.

Staatstelegraphenverwaltung, wie aus der Karten-Skizze (Bild 1) ersichtlich ist. In diese Skizze sind die bisher von S. & H. hergestellten Fernkabel eingezeichnet, außerdem auch die neue Anlage Kristiania—Lillestrømmen, die noch im Laufe dieses Frühjahres und Sommers fertiggestellt wird.

Fernsprechkabel für die Großfunkenstation Monte Grande bei Buenos Aires.

Im Januar d. J. wurde für die Großfunkenstation Monte Grande bei Buenos Aires die Fernsprechkabelanlage fertiggestellt, die zur Verbindung der Zentrale der genannten Station mit der Sendestelle und mit der Empfangsstelle dient. Die Kabel und die Pupinausrüstung wurden von der Siemens & Halske A.-G. geliefert. Die Kabelanlage besteht aus einem 25 km langen Pupinkabel zur Verbindung der Zentrale mit der Sendestation. In diesem Kabel sind außer den eigentlichen Sprechkreisen noch Leiterkreise zur Übermittlung der Tastzeichen zum Senden untergebracht. Außerdem wurde ein 50 km langes Kabel zur Verbindung der Zentrale mit der Empfangsstation geliefert, das außer den Sprechkreisen besondere Leiter für die Übermittlung der funkentelegraphisch aufgenommenen Zeichen enthält. Die Anlage arbeitet ausgezeichnet in bezug auf gute Sprechverständigung und Geschwindigkeit der übermittelten Tastzeichen.

Fortschritte im Ausbau des deutschen Fernkabelnetzes.

In den letzten Monaten wurden im Ausbau des deutschen Fernkabelnetzes beachtenswerte Fortschritte erzielt. Es wurden in den Monaten Januar und Februar Fernverbindungen über Entfernungen von rund 1000 bis 1200 km praktisch erprobt und in Betrieb genommen. Es handelt sich hierbei um die Verbindungen von Hamburg über Berlin nach München, von Frankfurt a. M. über Berlin nach München und von Hamburg über Berlin nach Frankfurt a. M. Die letztgenannte Fernverbindung wurde am 20. Februar seitens des Reichspostministeriums in Betrieb gegeben. Der Sprechverkehr auf der rund 1000 km langen Strecke Hamburg—Frankfurt a. M. über acht Vierdrahtverstärker, die in den Verstärkerämtern Hamburg, Hannover, Magdeburg, Berlin, Bitterfeld, Weimar, Fulda und Frankfurt a. M. eingebaut sind, ist einwandfrei. Verlegt und montiert wurden die Kabel durch die Deutsche Fernkabel-Gesellschaft. Der größte Teil der Kabel und Pupinspulen für die genannte Strecke wurde von der Siemens & Halske A.-G. geliefert, ebenso die Vierdrahtverstärker. Dem Fernverkehr auf den genannten Verbindungen dienen die 0,9 mm starken Adern der Fernkabel in der sogenannten Vierdrahtschaltung, bei der für den Hinweg wie für den Rückweg eine besondere Doppelleitung benutzt wird. Die Kabel sind nach den für das deutsche Fernkabelnetz geltenden Vorschriften mit Pupinspulen von 0,2 Henry Induktivität in Abständen von 2 km ausgerüstet. Die Vierdrahtverstärker werden in Abständen von rund 150 km in den obengenannten Verstärkerämtern eingeschaltet. Die auf den erwähnten Fernverbindungen erzielten Erfolge beweisen die Leistungsfähigkeit der deutschen Fernkabel hinsichtlich der Sprechverständigung auf große Entfernungen und zeigen, daß das im deutschen Fernkabelnetz eingeführte System der Pupinisierung und der Fernsprechverstärker auch für Sprechverbindungen über die genannten großen Entfernungen vorzügliche Leistungen ergibt.

Der Siemens-Bandsprecher im Freien.

Um die Reichweite des Siemens-Bandsprechers im Freien zu erproben, wurde ein solcher Lautsprecher mit einem $3^{1}/_{2}$ m langen Trichter versehen und auf dem Dach des Wernerwerks in Siemensstadt, d. h. etwa 30 m über der Straße, aufgestellt. Die Achse des Trichters ist dabei mit einer leichten Neigung nach unten so eingestellt, daß der Schall in eine Querstraße zur Front des Wernerwerks, den Hefnersteig, gesendet wird. Diese Straße wird somit ihrer Länge nach vom Schall erfüllt. Weiterhin folgen dann Gärten und ein großer freier Platz, der schließlich durch einen Wald begrenzt wird. Die Entfernung vom Lautsprecher bis zum Wald beträgt etwa 800 m. Das gesprochene Wort war am Waldrande noch soweit verständlich, daß man den Text laufend aufnehmen konnte. Für die Wiedergabe von Geige und Cello war mit dieser Entfernung die Grenze für müheloses Abhören noch nicht erreicht. Versteht man unter der Reichweite eines Lautsprechers die Entfernung, in der ein Zuhörer noch ohne besondere Mühe und lückenlos der Darbietung folgen kann, so beträgt also die Reichweite des Siemens-Bandsprechers in der Richtung des Trichters mindestens 800 m. Vorausgesetzt sind hierbei Verhältnisse in der Atmosphäre, wie man sie im Durchschnitt etwa praktisch erwarten darf, also nicht besonders günstige, sondern vielmehr gestört durch normalen Straßenlärm, die allgemeine akustische Unruhe, wie sie in der Nähe von Fabriken vorhanden ist, und durch die „akustische Trübung" der Luft, die durch die ungleichmäßige Erwärmung bei Sonnenschein entsteht. Bei Nacht und bei Windstille vergrößert sich die Reichweite eines Schallsenders bedeutend, weil die obigen Störungen wegfallen. Anderseits vermindert sich die Reichweite unter Umständen beträchtlich bei starkem Wind. Bei sehr starkem Lärm, z. B. in unmittelbarer Nähe der raschfahrenden Straßenbahn, ist begreiflicherweise der Lautsprecher nicht mehr zu verstehen. In größerer Entfernung von der fahrenden Bahn (also auch

Digitized by Google

in größerer Entfernung vom Lautsprecher) übertönt der Bandsprecher wiederum den Lärm.

Die gesamte Fläche, die bei den Versuchen ausreichend von Schall getroffen wurde, betrug etwa 125000 m², d. h. sie bot Raum für eine Versammlung von ½ Million Menschen, wenn man die bei Versammlungen durchaus angängige Dichte von vier Personen je m² annimmt.

Unmittelbar unterhalb des Trichters, d. h. also quer zu der Trichterachse, ist weniger gut zu verstehen, weil man hier in der Hauptsache die um die Trichtermündung herumgebeugten tiefen und tiefsten Frequenzen hört.

Freiluftstation in Holland.

Von der Prov. Gelderschen Electriciteits-Maatschappij in Arnheim erhielten die SSW den Auftrag auf Errichtung der Freilufttransformatorenstation Lent.

Die Anlage wird nach vollem Ausbau umfassen: vier Transformatorensätze, bestehend aus je drei Einphasentransformatoren von je 1700 kVA, 10000/50000 V in Dreieck-Dreieckschaltung (erster Ausbau: drei Transformatorensätze), sechs ausgehende Freileitungen für 50000 V (erster Ausbau: zwei Leitungen), einen Sammelschienenkupplungsschalter, einen Löschtransformator für 50000 V.

Sämtliche 50000 V-Apparate (Transformatoren, Löschtransformator, Ölschalter, Trennschalter, Doppelsammelschienensystem) werden im Freien aufgestellt, während die 10000 V-Anlage, sowie die Bedienungsschalttafel in einem besonderen Gebäude untergebracht werden.

Die 50000 V-Leitungen erhalten einen Achterschutz nach Bauch gegen Kurzschluß und Leiterbruch. Zum Schutz gegen Erdschluß dient der Löschtransformator, dessen Drossel bei dauerndem Erdschluß kurzgeschlossen wird. Hierdurch wird ein Kurzschlußstrom in das Netz geschickt, der den Achterschutz zum Ansprechen bringt.

Umspannwerk Elbing.

Die „Elbinger Zeitung" berichtet: Nachdem die Probeeinschaltung des neuen Umspannwerkes vom Ostpreußenwerk im Elbinger Hafengelände erfolgt war, ist jetzt die Dauerbelieferung des Landkreises Elbing vom Ostpreußenwerk aufgenommen worden. Die elektrische Energie wird über eine Leitung vom Wasserkraftwerk Friedland über Creuzburg und auch über eine zweite Leitung über Königsberg—Krossen und Creuzburg nach Elbing geleitet. Durch diese Doppelleitung werden die Auswirkungen etwaiger Leitungsstörungen auf ein Mindestmaß eingeschränkt. Die Belieferung des Stadtkreises Elbing und des Kreises Marienburg wird gleichfalls bald vor sich gehen. Die gesamten elektrischen Einrichtungen des Umspannwerkes haben die Siemens-Schuckertwerke ausgeführt.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

ELEKTROMASCHINENBAU

Turbogeneratoren für große Leistungen. „Electrical Review" (Ldn.), 94. Bd., 30. Mai 1924, 2427, S. 898, 2 Abb. (Beschreibung eines Brush-Ljungström-Turbogenerators für 7140 kVA, 525 V.)

Drehstrommotoren mit Geschwindigkeitsregulierung. „Engineering", 117. Bd., 23. Mai 1924, 3047, S. 658—62, 14. Abb. (Einige neuere Konstruktionen der British Thomson Houston Company werden an Hand von Lichtbildern und Konstruktionszeichnungen beschrieben.)

Die Isolation elektrischer Apparate. P. M. Fleming. „Electrician", 92. Bd., 30. Mai 1924, 2402, S. 656 bis 57, 1 Kurventafel. (Der Entwicklungsgang in der Konstruktion von Maschinen, Transformatoren und Hochspannungsapparaten mit Bezug auf die verwendeten Isoliermaterialien wird geschildert.)

KRAFTÜBERTRAGUNG

Erdschluß und Kurzschluß. R. Bauch. „Elektrotechnik und Maschinenbau" (Wien), 42. Jg., 25. Mai 1924, 21, S. 333—38. (Vortrag im Elektrotechnischen Verein in Wien über Erdschluß- und Kurzschlußerscheinungen von R. Bauch, mit anschließender Diskussion.)

Ein Beitrag zur Richtungsbezeichnung in Vektordiagrammen. Dr.-Ing. H. Kafka. „Elektrotechnik und Maschinenbau" (Wien), 42. Jg., 25. Mai 1924, 21, S. 329 bis 33, 7 Abb. (Die Bestimmung der Vorzeichen von Spannungen und Strömen bei Wechselstromaufgaben und die damit zusammenhängende Richtungsbezeichnung in Vektordiagrammen.)

Erdschlußströme und Rückleitungen. L. Skrutowicz. „Rev. Gén. de l'Electricité", 15. Bd., 24. Mai 1924, 21, S. 949—62, 19 Abb. (Kritik eines Berichtes von M. Schießer vom Schweizerischen Verband der Elektrotechniker.)

Das Großkraftwerk Hudson Avenue. „Power", 59. Bd., 13. Mai 1924, 20, S. 750—57, 14 Abb. (Beschreibung des Maschinenhauses, seine mechanischen und elektrischen Einrichtungen.)

Schwedische Wasserkraft und Landwirtschaft. „Electrical World", 83. Bd., 17. Mai 1924, 20, S. 993—98, 6 Abb., 1 Kartenskizze. (Die Verwendung des elektrischen Stromes in der schwedischen Landwirtschaft. 40 v. H. des bebauten Landes liegen im Bereich der elektrischen Leitungen. Die Stromverteilung wird zum großen Teile durch landwirtschaftliche Genossenschaften finanziert.)

Die Stromversorgung von Wembley. „Electrical Review" (Ldn.), 94. Bd., 30. Mai 1924, 2427, S. 883—85, 8 Abb. (Beschreibung der Gleichstromzentrale und der Unterwerke.)

KRAFTVERTEILUNG

Temperaturauslöser. B. W. Jones. „General Electric Review", 27. Bd., Mai 1924, 5, S. 345—47, 5 Abb. (Zwei Einrichtungen werden beschrieben, die den Motor bei drohender Überhitzung ausschalten.)

Ausziehbare Schalttafeln. H. E. Starbuck. „General Electric Review", 27. Bd., Mai 1924, 5, S. 293—97, 7 Abb. (Beschreibung von Schalttafeln, deren einzelne Abteilungen ausfahrbar und leicht zugänglich sind.)


Digitized by Google

ELEKTROMOTOREN

Die Verwendung des Elektromotors im Haushalt. E. Brinet. „Rev. Gén. de l'Electricité", 15. Bd., Mai 1924, 20, S. 894—907, 28 Abb. (Der Elektromotor hat in Frankreich im Haushalt noch nicht die vielseitige Verwendung gefunden wie in anderen Ländern. Der Verfasser zeigt, daß mit Hilfe des Elektromotors die Arbeiten im Haushalt erleichtert und angenehmer gestaltet werden.)

Die Verwendung von Motoren für Hilfsantriebe im Maschinenhaus. H. L. Smith. „Power", 59. Bd., 20. Mai 1924, 21, S. 817—19. (Die verschiedenen Arten von Hilfsantrieben werden geschildert und die grundlegenden Regeln für ihre Anwendung erörtert, die Art des zu verwendenden Motors und Schaltzeuges wird untersucht.)

BELEUCHTUNG

Steigerung der Erzeugung durch gute Beleuchtung. F. L. Prentiss. „Iron Age", 113. Bd., 8. Mai 1924, 19, S. 1343—44, 4 Abb. (Beobachtungen ergaben, daß durch eine zweckmäßige Werkstattbeleuchtung die Ausbeute um $^1/_8$ je Mann/h gesteigert wurde.)

Die Bedeutung der Beleuchtung für die Werkstatt. W. G. Ziegler. „Industrial Management", 67. Bd., Mai 1924, 5, S. 287—93, 7 Abb. (Der Einfluß der guten Beleuchtung der Werkstatt auf die Produktionssteigerung wird untersucht.)

STOFFKUNDE

Die Herstellung von Federn für Automobile. F. H. Colvin. „American Machinist", 60. Bd., 24. Mai 1924, 14, S. 509—11, 10 Abb. (Die Untersuchung von Stahl und seine Bearbeitung, das Zusammensetzen und die Prüfung von Federn.)

Die Herstellung von Kupferdraht. S. Cowper-Coles. „Electrician", 92. Bd., 30. Mai 1924, 2402, S. 658 bis 660, 9 Abb. (Beispiele der Herstellung von Kupferdraht auf elektrolytischem Wege.)

SCHWEISSEN

Der elektrische Lichtbogen bei Präzisionsschweißarbeiten. S. W. Mann. „Forging Stamping Heat-Treating", 10. Bd., Februar 1924, 2, S. 68—71, 3 Abb. (Die Anpassungsfähigkeit des elektrischen Lichtbogens ermöglicht es, Reparaturarbeiten mit der erforderlichen Genauigkeit durchzuführen, so daß die ursprünglichen Eigenschaften erhalten bleiben.)

Verschiedene Nahtschweißmaschinen. J. R. Brueckner. „Forging Stamping Heat-Treating", 10. Bd., März 1924, 3, S. 107—09. (Selbsttätige Maschinen, Rollenschrittverfahren, Nahtschweißen mit unterbrochenem Strom.)

TRANSPORT UND MONTAGE

Arbeitsparende Einrichtungen. W. S. Barslow. „Electrical World", 83. Bd., 10. Mai 1924, 19, S. 956—57, 8 Abb. (Die Abbildungen zeigen amerikanische Verfahren und arbeitsparende Einrichtungen bei der Verlegung von elektrischen Leitungen und sonstigen Arbeiten.)

Transporteinrichtungen für Materialien. M. W. Potts. „Industrial Management", 67. Bd., Mai 1924, 5, S. 265—71. (Amerikanische Einrichtungen zum Transport von Rohstoffen und Fertigwaren werden beschrieben.)

Die Steigerung der Produktion durch Transporteinrichtungen. Ch. O. Herb. „Machinery", 40. Bd., Mai 1924, 9, S. 706—09, 5 Abb. (Transporteinrichtungen in der Werkstatt bei der Herstellung von Massenartikeln.)

HEBEZEUGE

Ein Lastkarren mit Schwenkkran. „Engineer", 87. Bd., 30. Mai 1924, 3570, S. 604—05, 2 Abb. (Beschreibung eines in Frankreich üblichen fahrbaren Schwenkkranes, der auf Güterbahnhöfen, in Häfen und anderen Umschlagplätzen weite Verbreitung gefunden hat.)

Die Konstruktion von Uferkranen. F. M. Du Plat Taylor. „Engineer", 87. Bd., 30. Mai 1924, 3570, S. 598, 2 Abb. (Die Einrichtung des mechanischen Teiles von Uferkranen.)

VERKEHRSWESEN

Neues Trockendock Swansea. „Engineer", 87. Bd., 23. Mai 1924, 3569, S. 577, 1 Abb. (Einrichtung des Trockendocks und eines elektrischen 25 t-Schwenkkranes.)

Signaleinrichtungen bei eingleisigen Eisenbahnen. „Engineer", 87. Bd., 23. Mai 1924, 3569, S. 568, 1 Abb. (Beschreibung der elektrischen Signaleinrichtung einer eingleisigen Bahn.)

WERKZEUGMASCHINEN

Werkzeugmaschinen auf der Londoner Ausstellung. „Engineering", 67. Bd., 30. Mai 1924, 3048, S. 695—98, 5 Abb. (Einige neuere englische Werkzeugmaschinen werden beschrieben und durch gute Abbildungen erläutert.)

EISENINDUSTRIE

Elektrischer Umkehrwalzen-Antrieb. „Iron Age". 113. Bd., 3. April 1924, 14, S. 999—1000, 2 Abb. (Einzelheiten über den BBC-Umkehrwalzenantrieb der Soc. An. des Aciéries d'Angleur in Lüttich.)

FEUERLÖSCHWESEN

Die Bekämpfung von Brandschäden. G. Dulangre. „Génie Civil", 84. Bd., 24. März 1924, 21, S. 399 bis 404, 11 Abb. (Es werden die Brandlöscheinrichtungen in Frankreich und in den Vereinigten Staaten erläutert. Eine neue Feuerlöscheinrichtung „Autopumpe" wird beschrieben.)

WERKSTATT-TECHNIK

Die Konstruktion von Stahlgußstücken. E. R. Young. „Machinery", 40. Bd., Mai 1924, 9, S. 701—03, 5 Abb. (Gesichtspunkte für die Form und Herstellung von Stahlgußstücken.)

Das Gießen von Spezialröhren. Pat-Dwyer. „Foundry", 52. Bd., 15. Mai 1924, 10, S. 373—78, 10. Abb. (Es werden Einrichtungen beschrieben für die Herstellung von großen Ventilen und Rohrstücken, die für gewöhnlich einzeln oder in kleinerer Anzahl bestellt werden.)

Über die Entwicklung der Gußeisensorten für den Maschinenbau. Dr.-Ing. H. Koch. „Schweizerische Bauzeitung", 83. Bd., 31. Mai 1924, 21, S. 251—54, 5 Abb. (Für den Konstrukteur bestimmte Veranschaulichung der Entwicklung des Maschinengusses in den letzten Jahren, Kennzeichnung der einzelnen Arten.)

Verantwortlicher Schriftleiter: Dipl.-Ing. Fr. Heintzenberg, Charlottenburg.
Gedruckt bei Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68, Kochstraße 68—71.


Digitized by Google

SIEMENS-ZEITSCHRIFT
SIEMENS & HALSKE
SIEMENS-SCHUCKERT
SCHRIFTLEITUNG: LITERARISCHES BUREAU DER SIEMENS-SCHUCKERTWERKE
7. HEFT * BERLIN / JULI 1924 * JAHRGANG 4

Das Siemens-Rundfunkgerät

Von Dr. Hans Mayer, Zentrallaboratorium im Wernerwerk.

Nachdem im Herbst 1921 die amerikanische Rundfunkbewegung in so großartigem Umfang eingesetzt hatte, ging sie wie eine unwiderstehliche Flut über alle Länder hinweg. Erst verhältnismäßig spät — im Sommer 1923 — kam die Bewegung auch zu uns und wurde sofort mit Begeisterung aufgegriffen; man kann wohl sagen, daß der drahtlose Empfang mit einem Schlage Gemeingut aller geworden ist.

Auch die Siemens & Halske A.-G. hat seit Beginn dieses Jahres die Entwicklung, Fabrikation und den Vertrieb von Rundfunkgerät aufgenommen. Im folgenden sollen die Empfangsapparate beschrieben werden, welche die Siemens & Halske A.-G. zur Zeit auf den Markt bringt.

I. Der Rundfunkempfänger Rfe. 1.

Der Rfe. 1 (Bild 1) ist ein sogenannter Primär-Einrohrempfänger. Er ermöglicht es, alle Rundfunkmitteilungen auf den Wellen 200 bis 550 bzw. 700 Meter innerhalb eines gewissen Abstandes vom Sender mit dem Kopfhörer aufzunehmen. Über diese Entfernung läßt sich natürlich nichts Bestimmtes angeben, da die Empfangslautstärke außerordentlich von der Antenne, der Lage des Empfängerorts, den atmosphärischen Verhältnissen usw. abhängt. Vieles hängt mit den Eigentümlichkeiten der Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen des Senders zusammen. Man weiß, daß die Empfangslautstärke mit der Entfernung vom Sender rasch abnimmt; bei etwa 100 bis 150 km Entfernung kommt man in eine sogenannte tote Zone, in welcher der Empfang fast ganz verschwindet, während bei Entfernungen über 500 km der Empfang wieder überraschend gut sein kann. So ist es möglich, daß man mit Rfe. 1 die englischen Stationen in Mitteldeutschland, ja sogar in München ohne weiteres aufnehmen kann, dagegen der Berliner Rundfunksender in Magdeburg, Leipzig usw. nicht zu hören ist.

Die Schaltung des Rfe. 1 ist aus Bild 2 ersichtlich. Wie man sieht, stellt der Empfänger ein als Audion geschaltetes Verstärkerrohr in Verbindung mit einem Abstimmkreis für die aufzunehmenden Wellen dar. Der Antennenkreis besteht aus der Antenne und einer kleinen Spule L_0, welche die Antenne mit der Erde verbindet. Der eigentliche Abstimmkreis, der aus einem Drehkondensator C und einer größeren festen Spule L besteht, ist mit dem Antennenkreis über die Antennenspule L_0 galvanisch gekoppelt. Treffen elektromagnetische Wellen auf die Antenne, so entstehen Ströme in dem aus der Antennenkapazität, der Spule L_0 und Erde gebildeten Kreise. Durch den Spannungsabfall an der Spule L_0 wird der Kreis LC zu Schwingungen angeregt. Die Schwingungsamplitude in diesem Kreis erreicht ein Maximum, wenn seine Eigenwelle mit der ankommenden Wellenlänge übereinstimmt. Es tritt dann an der Spule L, welche die EMK für das Gitter des Elektronenrohres liefert, ein Höchstwert der Spannung auf. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß der Wellenbereich, den man mit dem Empfänger aufnehmen kann, fast unabhängig von der Antenne, d. h. deren Kapazität ist. Denn man kann durch den Kondensator C nur auf solche Wellen abstimmen, die im Abstimmbereich des Kreises LC liegen, und man erhält, gleichgültig ob man mit einer großen oder kleinen Antenne empfängt, eine bestimmte Station fast stets bei derselben Stellung des Drehkondensators.

Man erzielt die größte Lautstärke, wenn die Eigenwelle der Antenne mit der ankommenden Welle übereinstimmt.

Bei höheren Ansprüchen kommt man daher mit sogenannten Ersatzantennen — im Zimmer verspannten kurzen Drähten — nicht aus, da diese Gebilde eine viel zu kleine Eigenwelle haben. Die Eigenwelle λ einer Antenne ist angenähert durch ihre Ge-

Digitized by Google



Bild 1. Audionempfänger Rfe. 1.

samtlänge l (Länge aller gespannten Drähte plus Länge des Zuführungsdrahtes) gegeben, nämlich

(1) $$\lambda = 4\,l.$$

Um z. B. die Welle 400 gut aufnehmen zu können, müßte danach die wirksame Antennenlänge ungefähr 100 m betragen. Diese Zahl gilt natürlich nur angenähert; man kann praktisch für den ganzen Wellenbereich der Apparatur mit einer Antenne auskommen, die aus zwei im Abstand von 1 bis 2 m verspannten 25 bis 40 m langen Drähten besteht. Bei Nahempfang erzielt man oft mit der Dachrinne oder der Regengosse ganz gute Resultate; für den Empfang entfernterer Stationen ist dagegen eine gute Hochantenne unbedingt notwendig.

Die im Falle der Abstimmung an der Spule L auftretenden Schwingungen werden dem Gitter G des Verstärkerrohres über einen Blockkondensator C_g von 250 cm Kapazität zugeführt. Zwischen Gitter und Kathode liegt noch ein Silitwiderstand R_g von etwa zwei Megohm. C_g und R_g sind die charakteristischen Elemente der sogenannten Audionschaltung.

Das Audion[1]) ist das eigentliche Herz des Empfängers. Ohne Audion ist kein Empfang möglich; Hochfrequenzverstärker und Niederfrequenzverstärker sind nur Hilfsmittel, um an Lautstärke zu gewinnen. Es mag vielleicht ganz nützlich erscheinen, an dieser Stelle auf die Wirkung des Audions näher einzugehen.

Bekanntlich strahlt der Sender elektromagnetische Wellen aus, die sich mit Lichtgeschwindigkeit allseitig im Raume fortpflanzen. Das Kennzeichnende einer solchen Welle ist, daß Wellenberge und Wellentäler regelmäßig abwechseln (Bild 3). Der Abstand zweier Wellenberge ist die sogenannte Wellenlänge λ, und da die Welle mit der Lichtgeschwindigkeit c fortschreitet, treffen z. B. auf einer Antenne in 1 s

(2) $$n = c/\lambda$$

einzelne Berge und Täler auf, und ebensooft schwankt die von der Antenne aufgenommene elektrische Energie[2]).

In Bild 3 ist die Amplitude der ausgestrahlten Wellen konstant gezeichnet. Für die Zwecke der drahtlosen Telephonie wird die Welle „moduliert", d. h. die Amplitude der Welle ändert sich im Takte der Sprechfrequenz. Bild 4 stellt eine solche modulierte Hochfrequenzwelle dar.

Die Höhe eines musikalischen Tones ist durch seine Schwingungszahl bestimmt, d. h. die Zahl, die angibt, wieviel Berge und Täler der Schallwelle in 1 s auf unser Ohr treffen. Hörbar sind alle musikalischen Töne, deren Schwingungszahl zwischen ungefähr 50 und 20 000 s liegt[3]).

Trifft ein solcher Wellenzug auf eine Antenne, so schwingt in ihr die elektrische Energie im Takte der Hochfrequenz, und gleichzeitig schwankt die Amplitude der Hochfrequenz im Takte der übergelagerten Niederfrequenz. Mit einem zwischen Antenne und Erde gelegten Telephon würde

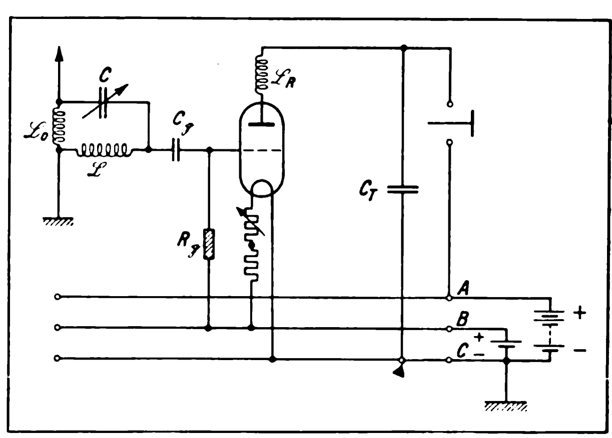


Bild 2. Schaltschema des Rfe. 1.

[1]) Audion-Gleichrichter. Detektoren sind im gleichen Sinne Gleichrichter, doch kommt beim Audion noch eine beträchtliche Verstärkerwirkung dazu.

[2]) Für eine Wellenlänge von 400 m ist z. B. n = 750000.

[3]) Ein Klavier umfaßt den Bereich von n = 50 bis n = 7000; eine Geige den Bereich von n = 400 bis n = 4000.

Digitized by Google

man aber trotzdem den niederfrequenten Ton nicht hören, da dieser in eine große Zahl von Impulsen zerlegt ist, die in rascher Folge, aber entgegengesetzter Richtung auf die Telephonmembran wirken; infolgedessen hebt ein Impuls, z. B. b, den vorhergehenden a in seiner Wirkung gerade auf, d. h. die Telephonmembran bleibt in Ruhe.

Erst wenn es gelingt, die dem Impuls a entgegenwirkenden Impulse b zu beseitigen, d. h. den Wellenzug gleichzurichten, wie es in Bild 5 dargestellt ist, erfährt die Membran des Telephons Stöße in nur einer Richtung, und man hört jetzt, wie die einzelnen hochfrequenten Impulse im Takte der Sprechfrequenz sich ändern. Bild 6 zeigt den niederfrequenten Strom im Telephon, der sich aus den einzelnen Gleichstromkomponenten der hochfrequenten einzelnen Impulse zusammensetzt.

Die für den drahtlosen Empfang so wichtige Gleichrichtung bewirkt nun das Audion in überaus einfacher Weise. Denkt man sich in Bild 2 an Stelle des Gitterwiderstandes R_g eine veränderliche Spannung E_g, so stellt sich bekanntlich der Anodenstrom J_a des Elektronenrohres in einer Weise dar, wie sie durch Bild 7 gegeben ist. Der Anodenstrom J_a steigt gleichmäßig mit der Gitterspannung E_g an. Bei positiven Werten von E_g fließt außerdem ein Gitterstrom J_g vom Gitter über die Spannungsquelle E_g zur Kathode. Liegt nun in Reihe mit der Spannungsquelle E_g ein großer Widerstand R_g, wie es beim Audion der Fall ist, so erzeugt der Gitterstrom in ihm einen Spannungsabfall von der Größe $J_g \cdot R_g$, welcher der Spannung E_g entgegenwirkt, so daß jetzt der Anodenstrom bei positiven Werten von E_g fast wagerecht verläuft. Man hat also mit Hilfe des Gitterstromes und des Gitterwiderstandes in der Anodencharakteristik einen verhältnismäßig scharfen Knick erzeugt[1]). Trifft nun eine elektromagnetische Welle auf das Gitter, so ruft nur die negative Halbwelle eine Schwankung des Anodenstromes hervor (Bild 7), während bei der positiven Halbwelle der Anodenstrom praktisch konstant bleibt. Man erhält

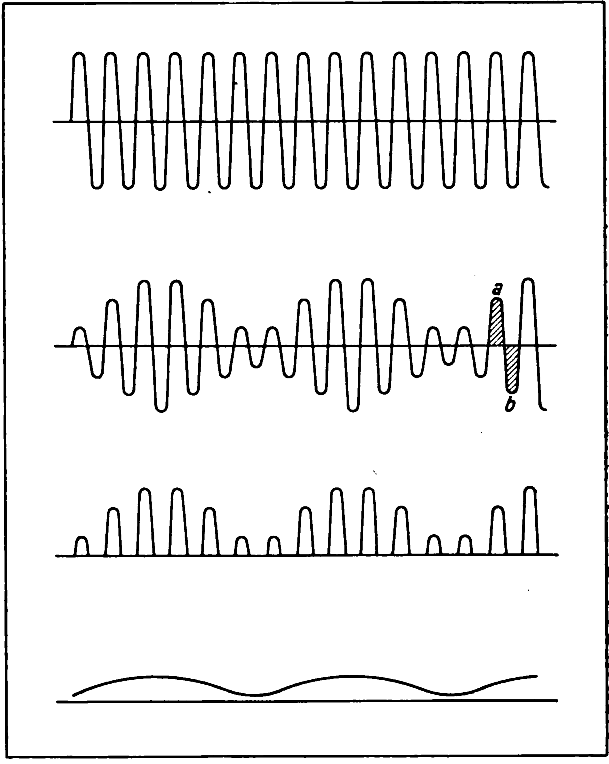


Bild 3–6. Umwandlung der modulierten Hochfrequenz in Niederfrequenz.

also im Anodenkreis einen Wechselstrom, der nur aus einseitig-gerichteten hochfrequenten Halbwellen besteht. Die Gleichstromanteile dieser hochfrequenten Halbwelle fließen über das in den Anodenkreis geschaltete Telephon und ergeben dort einen musikalischen Ton, während die hochfrequenten Anteile über den Telephonkondensator C_T zur Kathode abfließen.

Man sieht aus der vorhergehenden Betrachtung, wie außerordentlich wichtig es ist, das Audion so einzustellen, daß der Schwingungsmittelpunkt der Gitter-Wechselspannung mit dem Einsetzen des Gitterstromes zusammenfällt. Man muß hierzu dem Gitter in der Regel eine positive Vorspannung geben. Die Größe dieser Vorspannung hängt natürlich ganz von der verwendeten Rohrtype ab. Beim Rundfunkempfänger Rfe. 1 ist diese Vorspannung dadurch erzielt worden, daß der Silitstab R_g am positiven Pol der Heizbatterie ansetzt.

[1]) Die Effektivgitterspannung ist nach dem Obigen

$$E = E_g - J_g \cdot R_g. \tag{3}$$

Die Kurve des Gitterstromes J_g läßt sich idealisiert durch eine gerade Linie darstellen, d. h.

$$J_g = E \cdot S_g. \tag{4}$$

Andererseits gilt für den Anodenstrom, abgesehen vom Ruhestrom,

$$J_a = E \cdot S_a, \tag{5}$$

und aus diesen Gleichungen folgt

$$J_a = \frac{S_a}{1 + S_g \cdot R_g} \cdot E_g. \tag{6}$$

Für negative Werte von E_g, wo kein Gitterstrom fließt ($S_g = 0$), ist die Steilheit der Anodenstromkurve gleich S_a, für positive Werte von E_g dagegen $\frac{S_a}{1 + S_g \cdot R_g}$, d. h. bei großem Widerstand R_g praktisch Null. Die Anodenstromkurve verläuft dann wagerecht.

Digitized by Google

Im Anodenkreis des Elektronenrohres liegt außerdem eine Spule L_R, die mit der Abstimmspule L gekoppelt ist. Hierdurch bewirkt man die sogenannte „Rückkoppelung", mit der man eine ganz erhebliche Vergrößerung der Empfangslautstärke erzielt. Die Koppelung der beiden Spulen wird mechanisch durch eine Übersetzung von der Achse des Drehkondensators C aus gesteuert, so daß man bei allen Wellen die günstigste Rückkoppelung hat.

Der Empfänger ist überaus einfach zu bedienen. Man legt zwischen die Punkte A und C eine Spannung von 50 bis 100 V (Bild 1 und 2), die man einer Batterie von kleinen Trockenelementen entnimmt, und zwischen die Punkte B und C einen 2 V-Sammler. Dabei muß man sehr darauf achten, daß der Pluspol des Sammlers an den Punkt B angeschlossen ist. Der Minuspol des Sammlers ist außerdem an Erde zu legen. An die mit „Antenne" bezeichnete Klemme schließt man die Antenne, an die mit „Erde" bezeichnete Klemme die Erde (z. B. Gas- oder Wasserleitung) an, und zwischen die mit „Telephon" bezeichneten Klemmen schaltet man ein hochohmiges Telephon. Um eine Welle zu suchen, dreht man an dem mit „Heizung" bezeichneten Drehknopf in der Richtung des Pfeils so lange, bis der Glühfaden des Rohres schwach hellrot glüht. Ein Durchbrennen des Rohres ist selbst bei vollem Ausschalten des Drehwiderstandes nicht möglich, da sich im Heizkreis noch ein kleiner fester Widerstand befindet. Um zu prüfen, ob der Empfänger in Ordnung ist, löst man das Telephon einseitig von der Klemme; bei der Unterbrechung muß dann ein lautes Knacken im Telephon hörbar sein. Außerdem hört man, wenn man das Rohr leicht mit dem Finger anschlägt, ein eigentümlich helles Klingen im Telephon.

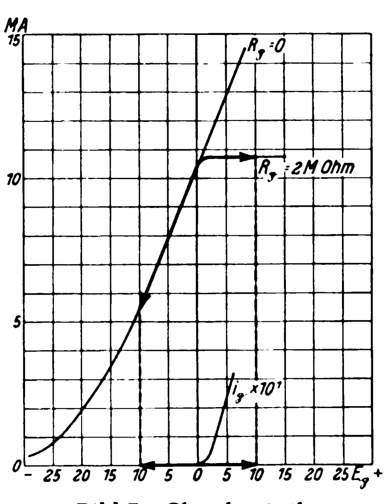


Bild 7. Charakteristik.

Hat man sich so überzeugt, daß der Empfang in Ordnung ist, so stellt man an dem mit „Abstimmung" bezeichneten großen Drehknopf auf die zu suchende Welle ein. Die Zahlen auf der Drehscheibe haben mit der Wellenlänge nichts zu tun. Zweckmäßig eicht man die Skala mit einem sogenannten Wellenmesser. Bild 8 stellt eine Eichkurve dar, die für alle Rfe. 1 unabhängig von der Antenne ungefähr dieselbe ist. Bei näher gelegenen Stationen kann man auch mehrere Kopfhörer anschließen, die man zweckmäßigerweise in quadratische Gruppen schaltet, z. B. bei neun Kopfhörern je drei in Reihe und die drei Gruppen parallel. Lautsprecher lassen sich dagegen an das Audion in der Regel nicht anschließen.

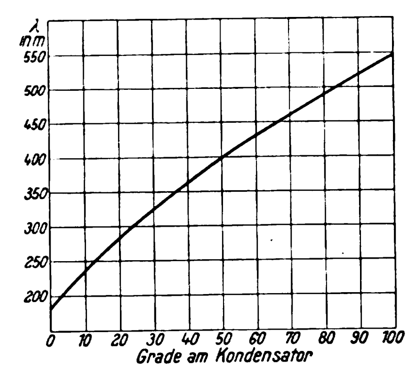


Bild 8. Eichkurve zum Rfe. 1.

Abgeschaltet wird der Apparat dadurch, daß man mit dem Drehwiderstand den Heizkreis des Rohres unterbricht. Ein Unterbrechen von Batterieverbindungen ist nicht notwendig.

II. Der Rundfunkverstärker Rfv. 1.

Will man einen Lautsprecher verwenden oder entferntere Stationen mit einem Kopfhörer aufnehmen, so schaltet man zu dem Empfänger noch einen Niederfrequenzverstärker der Type Rfv. 1 (Bild 9). Dies ist ein Zweirohrverstärker, der die Empfangslautstärke auf etwa das 100fache erhöht. Das Gerät ist so gebaut, daß es sich an den Rfe. 1 ohne weiteres anschließen läßt. Außer den Klemmen A, B, C, die den gleichen Klemmen des Audions entsprechen, ist noch eine vierte Klemme D vorhanden. Diese hat den Zweck, den Gittern der beiden Verstärkerrohre negative Vorspannung zu geben. Um nämlich eine unverzerrte Übertragung zu erhalten, muß man auf den gradlinigen Teil der Anodencharakteristik arbeiten, und man erkennt ohne weiteres aus Bild 7, daß man hierzu bei der verwendeten Rohrtype R. E. 84 und einer Anodenspannung von 100 V eine negative Gittervorspannung von etwa 12 V braucht. Die Gittervorspannung ist abhängig von der verwendeten Anodenspannung. So braucht man bei 50 V Anodenspannung nur 6 V Gitterspannung. Die Wirkungsweise des Verstärkers ist aus dem Schalt-

Digitized by Google



Bild 9. Niederfrequenzverstärker Rfv. 1.

bild (Bild 10) ohne weiteres verständlich. Die vom Audion erzeugten niederfrequenten Tonschwingungen werden über den Eingangstransformator T_e dem Gitter des ersten Rohres zugeführt. Der Anodenstrom des Elektronenrohres schwankt in demselben Takte wie die Gitterspannung. Diese Schwankungen gehen über einen sogenannten Zwischentransformator T_z auf das Gitter des zweiten Rohres. Das Telephon oder der Lautsprecher liegt unmittelbar im Anodenkreis des zweiten Rohres. Verwendet man einen Lautsprecher in Verbindung mit dem Rfv. 1, so kann es eintreten, daß die Apparatur infolge akustischer Rückkoppelung pfeift. Abhilfe schafft man dadurch, daß man den Lautsprecher in einiger Entfernung vom Empfänger aufstellt, und zwar so, daß die Schallwellen nicht unmittelbar auf die Verstärkerrohre fallen. Häufig rührt das Pfeifen auch daher, daß der Minuspol des Heizsammlers nicht geerdet ist. Auch schlechte Anodenbatterien sind infolge ihres hohen inneren Widerstandes häufig die Ursache des Pfeifens.

III. Der Hochfrequenzverstärker.

Bei sehr entfernten oder schwachen Sendern ist selbst bei Verwendung des Rfv. 1 die erzielte Lautstärke sehr gering. Um größere Lautstärke zu erzielen, könnte man unmittelbar an den ersten noch einen weiteren Verstärker Rfv. 1 anschließen. Man erhält aber dann schon erhebliche Verzerrungen; außerdem neigt eine solche Anordnung außerordentlich stark dazu, zu pfeifen. Mit andern Worten, es hat keinen Zweck, die Niederfrequenzverstärkung über ein gewisses Maß zu treiben. Man muß vielmehr die dem Audion zuzuführenden Hochfrequenzschwingungen verstärken. Dies geschieht durch den Rfv. 2. Sein Anschluß an das Audion ist aus Bild 11 ersichtlich. Man erkennt in der Mitte das Audion,

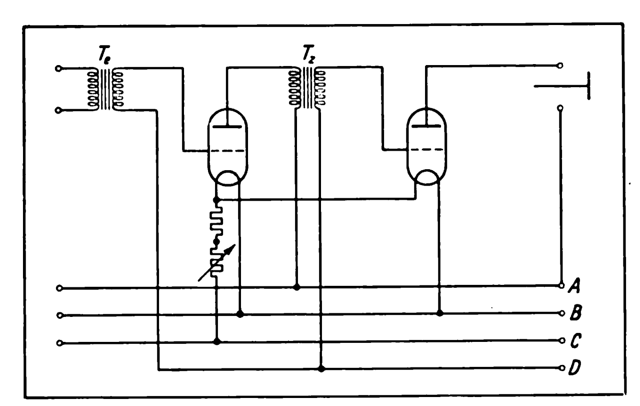


Bild 10. Schaltschema zum Rfv. 1.

rechts den Niederfrequenzverstärker und links vom Audion den Hochfrequenzverstärker. Bild 12 zeigt die grundsätzliche Schaltung, wobei zur besseren Übersicht die des Audions noch mitgezeichnet ist. Der Hochfrequenzverstärker enthält nichts weiter als ein Elektronenrohr mit seinem Heizkreis und einem Abstimmkreis I für die Antenne. Dieser Abstimmkreis ist genau der gleiche, wie er als Kreis II im Audion schon vorhanden und früher beschrieben ist. Die Wirkungsweise ist folgende:

Die hochfrequenten Schwingungen, die der Antennenkreis an der Spule L_0 des Kreises I erzeugt, werden unter Abstimmung mit dem Drehkondensator C auf das Gitter des Hochfrequenz-Verstärkerrohres gegeben. Der Anodenstrom des Hochfrequenzrohres schwankt in demselben Rhythmus wie die Gitterspannung und erzeugt an der Spule L_0 des Kreises II eine verstärkte hochfrequente Wechselspannung. Diese wird durch Abstimmung mit dem Drehkondensator C entsprechend erhöht und geht über den Gitter-

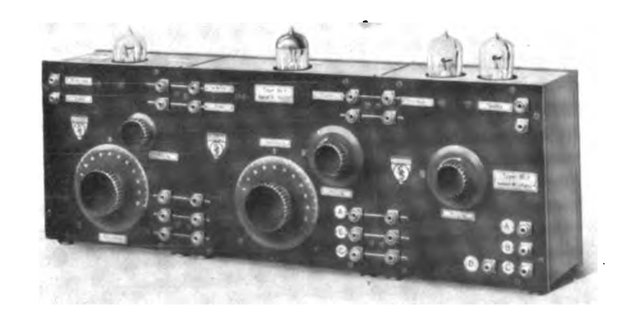


Bild 11. Hochfrequenzverstärker — Audion — Niederfrequenzverstärker.

kondensator C_g des Audions zum Gitter des Audionrohres, wo sie in bekannter Weise gleichgerichtet wird. Beim Kreis II ist also zum Unter-

Digitized by Google

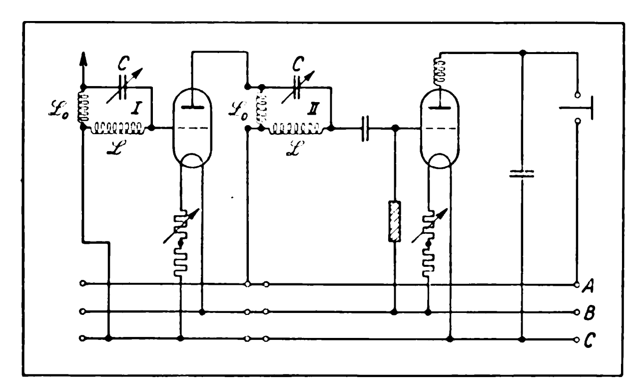


Bild 12. Schaltschema des Hochfrequenzverstärkers mit Audion.

schied von der direkten Schaltung der Antennenstrom durch den Anodenstrom des Hochfrequenz-Verstärkerrohres ersetzt. Um dem Gitter des Hochfrequenzverstärkers eine negative Vorspannung zu geben, ist der Gitterkreis an den Minuspol des Heizsammlers angeschlossen.

Außer einer beträchtlichen Verstärkung hat man den Vorteil der doppelten Abstimmung, da sowohl der Kreis I als auch der Kreis II auf die ankommenden Wellen abgestimmt werden muß. Die Abstimmschärfe ist infolgedessen sehr viel größer als bei direktem Empfang, und man ist so von fremden Störern weitgehend frei. Da die Kreise I und II die gleichen Spulen und Kondensatoren enthalten, stimmen die Skalen der beiden Abstimmkondensatoren bezüglich des Wellenbereichs ungefähr überein.

IV. Das Rundfunkrohr R. E. 84.

Die im Vorstehenden beschriebenen Geräte werden mit einem Rohr der Type R. E. 84 betrieben. Dieses Rohr enthält einen Oxydfaden und ist unter dem Gesichtspunkt entwickelt worden, mit einer geringen Heizleistung einen möglichst starken Anodenstrom zu liefern. Die Fadenspannung beträgt nur 1,2–1,5 V, so daß man stets mit einem einzigen Sammler auskommt. Dabei ist der Stromverbrauch nur gering, er beträgt für jedes Rohr etwa 0,20–0,25 A.

Die Anodenstrom-Charakteristik des R. E. 84 ist aus Bild 7 zu ersehen. Das Rohr gibt bei $E_g = 0$ einen Anodenstrom von etwa 10--12 mA. Man bezeichnet diesen Strom als den Nullstrom. Entsprechend dieser großen Stromstärke ist auch die Leistung, die das Rohr an den Lautsprecher abgibt, ganz erheblich. Sie beträgt bei 100 V Anodenspannung etwa 100 mW.

Damit ein Lautsprecher eine gute Lautstärke gibt, muß ihm eine nicht unbeträchtliche Energie zugeführt werden (für ein mittleres Zimmer etwa 50 mW). Man sieht, daß das R. E. 84 diese Leistung ohne weiteres abgibt.

Unter den R. E. 84-Rohren befinden sich solche, die durch eine rote Kappe gekennzeichnet sind. Dieses sind besonders gute Audionrohre. Die Rohre lassen sich nämlich fabrikationstechnisch nicht so gleichmäßig herstellen, daß der Gitterstrom für alle Rohre denselben Verlauf hat. Für das gute Arbeiten eines Rohres als Audion ist aber außerordentlich wichtig, daß der Gitterstrom in der Nähe der Gitterspannung Null mit großer Steilheit einsetzt. Diese Rohre werden durch ein besonderes Prüfverfahren ausgesucht und mit einer roten Tauchkappe versehen. Für Verstärker verwendet man dagegen vorteilhafter keine „Rotkäppchen".

Das Prüf- und Versuchsfeld (P. V. F.) des Dynamowerks der SSW.

Von Dipl.-Ing. G. Bopp und Dipl.-Ing. G. Köhler, Oberingenieure im Dynamowerk der SSW.

Bei der Verlegung des Dynamowerkes der SSW von Charlottenburg nach Siemensstadt galt es, das neue Prüf- und Versuchsfeld so auszustatten, daß es möglichst allen neuzeitlichen Ansprüchen in zweckmäßiger Weise genügen konnte.

Natürlich waren in erster Linie maßgebend die Erzeugnisse, die dem Dynamowerk als Arbeitsgebiet zugewiesen wurden. Der besondere Charakter des Dynamowerks als desjenigen Werkes der SSW, das die großen Maschinen und infolgedessen Einzel- und Erstkonstruktionen baut, und zwar für alle Anwendungsgebiete und Stromarten, und das insbesondere auch Entwicklungsarbeit leisten soll, bedingt eine Größe des P. V. F. sowohl räumlich und in der Ausstattung mit Hilfsmitteln als auch an Zahl des Personals, die wesentlich über die Größenverhältnisse des P. V. F. eines Werkes mit normaler Fabrikation hinausgeht.

Im Dynamowerk werden hergestellt in erster Linie Turbogeneratoren und große Maschinen für Gleich- und Wechselstrom, Schnelläufer-Drehstrommotoren, Kaskadenumformer, Einankerumformer, Drehtransformatoren, Bahnmotoren

Digitized by Google

für beide Stromarten, Bahntransformatoren, Abteufmotoren, Wechselstromkollektormaschinen, Hochfrequenzmaschinen, Drosselspulen, Glas- und Eisengroßgleichrichter und andere mittlere und kleinere Maschinen. Von diesen angeführten Maschinenarten werden nur Gleichstrombahnmotoren und kleinere Drehstromkollektormotoren reihenweise hergestellt.

Diese Maschinen mußten alle daraufhin geprüft werden, ob sie den Verbandsnormalien und etwaigen besonderen Vertragsbedingungen genügen. Vorhandene Fehler mußten festgestellt und beseitigt und ihre Erkenntnis wiederum für spätere Fälle nutzbringend verwertet werden. Die hauptsächlichsten Rohstoffe Kupfer und Eisen mußten vor ihrer Verwendung in einem besonderen Laboratorium auf ihre Brauchbarkeit untersucht und nach Möglichkeit die Erzeugnisse auch während ihres Baues durch Messung überwacht werden. Die Einrichtungen mußten so reichlich und zweckentsprechend geschaffen werden, daß die Prüfungen schnell ausgeführt und Stauungen im Fabrikationsgang unter allen Umständen vermieden wurden. Die Hilfsmittel und Kraftanschlüsse mußten nach Größe und Art so beschaffen sein, daß Fortschrittsarbeiten schnell und sicher ausgeführt werden konnten. Das war in großen Zügen die Aufgabe, die das P. V. F. zu leisten hatte.

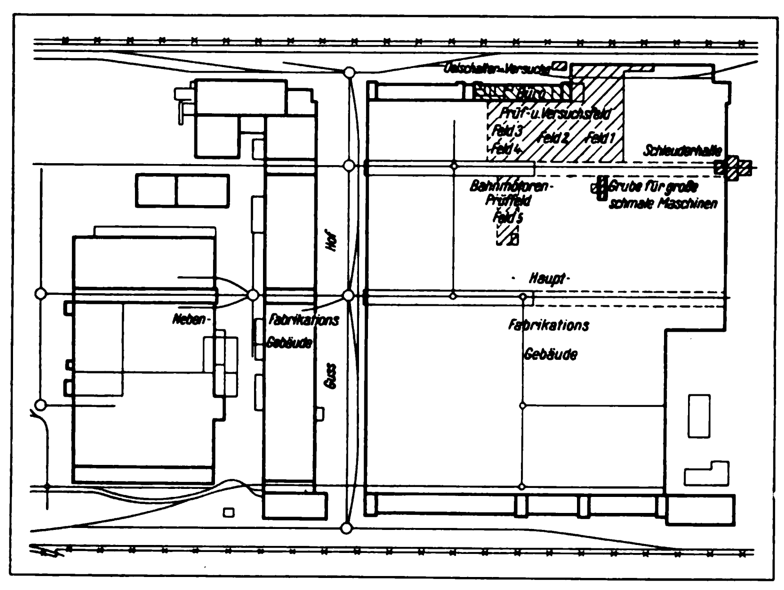


Bild 1. Grundriß des Dynamowerks.

Die Lage des Prüffeldes wurde so gewählt, daß es sich in den Rahmen des Fabrikationsganges zweckmäßig einfügte. Da außerdem die natürliche Forderung bestand, daß die zu prüfenden Maschinen auf möglichst kurzem Wege zur Prüfung gebracht werden sollten, so war die Lage am Ende der Kranbahn gegeben. Aus Bild 1 ist zu ersehen, daß die Prüfräume mit Gleisanschluß an einem Ende des Dynamowerkes liegen. Diese abgeschlossene Lage ist mit Rücksicht auf die Gefahren, die der Prüffeldbetrieb mit sich bringt, erwünscht.

Die Größe des Prüffeldes wurde an Hand des reichlich angenommenen Umsatzes und der wahrscheinlichen Prüfzeit bestimmt. Vor allem hatte man einen Anhalt am Verhältnis der Prüffeldfläche im Charlottenburger Werk zur Fläche des ganzen damaligen Werkes. So wurde die Größe des neuen Prüffeldes zu etwa 6 v. H. der Fläche des Dynamowerkes gewählt. Seine Arbeitsfläche, die Keller eingerechnet, beträgt etwa 3200 m².

Entsprechend den Kranbahnen und der räumlichen Anordnung der Werkstatt bildeten sich vier Felder zum Aufbau der Maschinen und das Bahnmotorenprüffeld, das etwas abseits bei der Bahnmotorenwerkstatt liegt (Bild 2).

Auf zwei Galerien sind ein Teil des Versuchsfeldes und das Gleichrichterlaboratorium untergebracht.

Der Raum in den Kranfeldern wird fast ausschließlich für die zu prüfenden Maschinen gebraucht, während die zur Einrichtung des Prüffeldes gehörigen Maschinen in den Räumen zwischen den Kranfeldern und in ihrer Unterkellerung untergebracht wurden. Bild 2 gibt davon eine Vorstellung. Diese Zwischenräume wurden etwas erhöht zu Steigen ausgebildet, auf denen auch die Meßtische angeordnet wurden. Von hier aus ist das Prüfobjekt gut zu überblicken, und die feinen Meßinstrumente wurden auf diese Weise aus dem rauhen Betriebe der Montage herausgehoben. Die Werkstattmonteure kommen möglichst wenig in den Bereich der Schaltungen, und die Instrumente liegen nicht im Bereich von beeinflussenden, starken Strömen (Bild 2, Schnitt AB).

Zum Aufbau der Maschinen mußten die Kranfelder mit Montagegruben versehen werden. Für große und kleine Gruben wurde dasselbe System gewählt (Bild 2). Ihre Abmessungen wurden so abgestuft, daß für jede

Digitized by Google

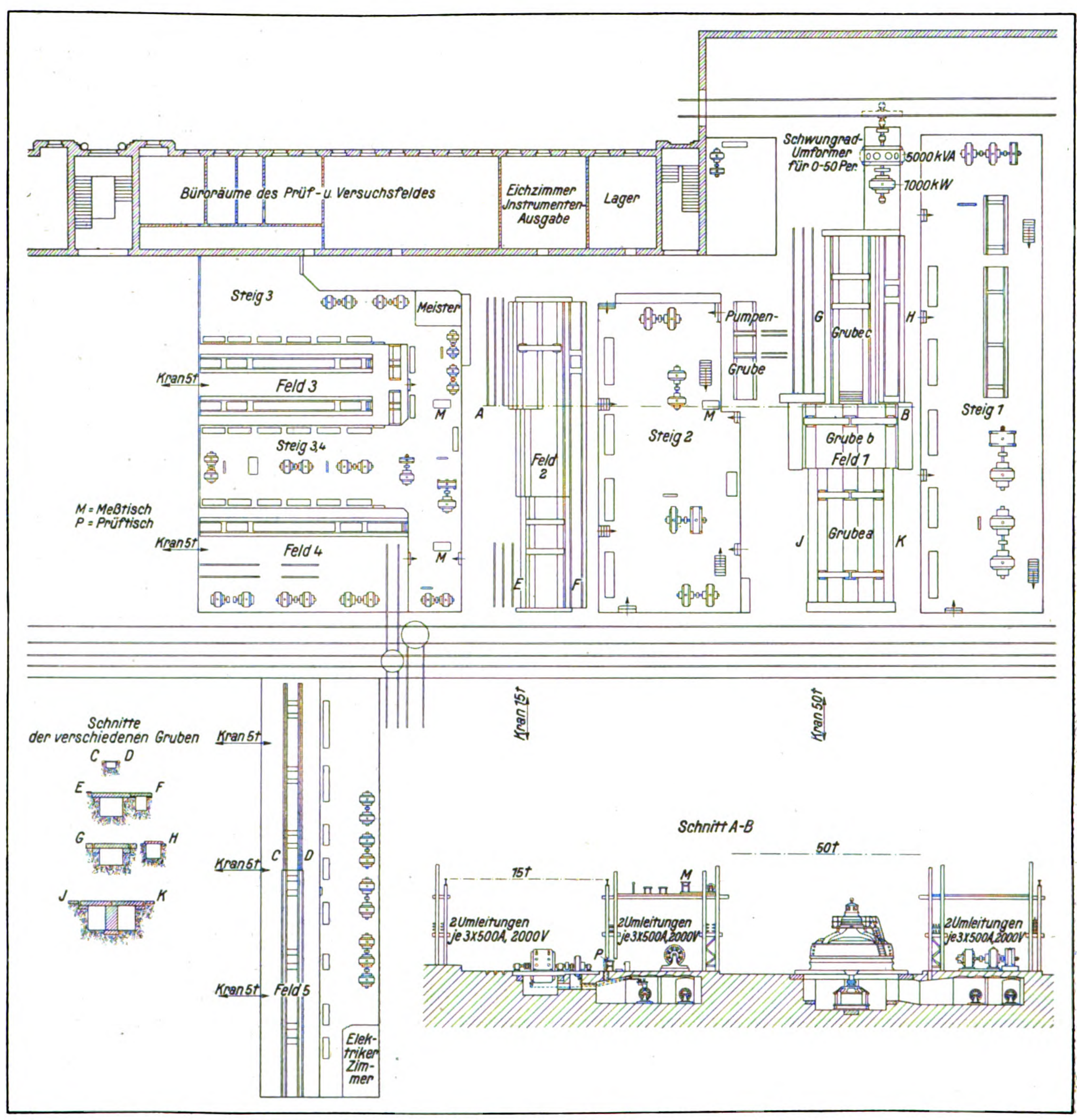


Bild 2. Das Prüf- und Versuchsfeld des Dynamowerks der SSW.

Maschinenart und Größe ein geeigneter Platz vorhanden war. Verschiebbare Querbalken geben, wie Bild 2 zeigt, die Möglichkeit, allen Erfordernissen bei der Montage gerecht zu werden.

Die Gruben im Felde 1, das von zwei 50 t-Kränen bestrichen wird, gestatten, die größten Maschinen horizontaler und vertikaler Bauart aufzubauen (Bild 2 Schnitt AB). Es machte keine Schwierigkeit, einen Turbogenerator von 60 000 kW zu prüfen; ebenso wurden schon Gleichstromwalzenzugsmotoren für 15 000 kW Ausschaltleistung in Kreisschaltung und Wasserturbinengeneratoren von 14 000 kVA Leistung bei nur 250 Umdrehungen ebenfalls in Kreisschaltung ohne besondere Schwierigkeiten belastet und untersucht. Auf der Grube b können horizontale Maschinen bis 6 m Läuferdurchmesser und ebenso große Vertikalmaschinen montiert werden.

Die Gruben in Feld 1 und 2 wurden so gelegt, daß ihre Mittellinie nicht mit der Mittellinie des

Digitized by Google

Kranfeldes zusammenfällt. Einerseits sollte auf einer Seite Raum zur Anlieferung von Maschinenteilen gewonnen werden, die auf Widerstand, Isolation und Schaltung vorgeprobt wurden, andererseits sollten die zu untersuchenden Maschinen nicht zu weit von den Meßtischen auf den Steigen entfernt sein.

Im Feld 1 ist eine Pumpengrube untergebracht, auf der Zentrifugalpumpen mit zugehörigem Motor gekuppelt bis 300 kW-Leistung in vertikaler und horizontaler Anordnung elektrisch und hydraulisch untersucht werden können.

Eine sehr tiefe (4,5 m), schmale Grube wurde in den benachbarten Teil der Werkstatt verlegt. Sie sollte neben der selteneren Prüfung schmaler, langsamlaufender Generatoren oder Motoren von großem Durchmesser mehr für Montagezwecke dienen (Bild 1).

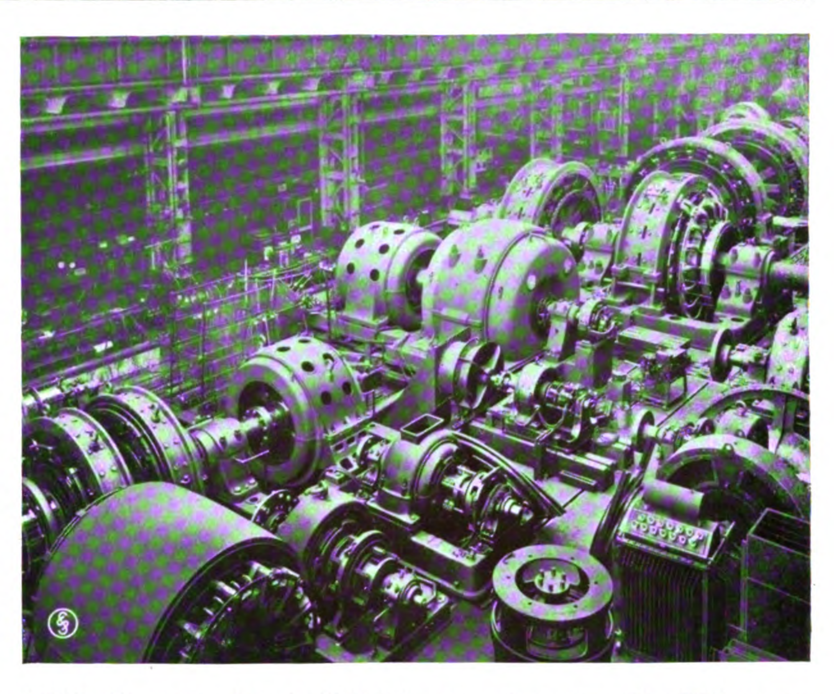


Bild 3. Montagegruben im Feld 1 besetzt mit zwei großen Walzenzugsmotoren und einigen größeren und mittleren Maschinen.

Die Grube in Feld 2 reicht zum Aufbau von Turbogeneratoren bis etwa 6000 kW und für eine große Anzahl von Langsamläufertypen mit einem Durchhang bis zu etwa 2 m.

Auf Feld 1 und 2 können gleichzeitig 16—20 mittlere, große und größte Maschinen aufgebaut werden (Bild 3—5).

Auf Feld 3 und 4 werden kleinere Maschinen geprüft (Bild 6), Feld 5 ist ausschließlich zum Prüfen von Bahnmotoren bestimmt.

Es muß hier ein Wort über den Antrieb der Prüfobjekte gesagt werden, da dies für die Montage wichtig ist. Die Mehrzahl der anzuliefernden Maschinen erfordert zur Prüfung einen Antrieb, der der Leistung nach im allgemeinen so groß ist, daß er die Verluste deckt, die sich der Hauptsache nach aus Reibungs-, Ventilations-, Eisen- und Kupferverlusten zusammensetzen. Für diesen Antrieb kam nur der direkte Motorantrieb in Frage.

Der Riemenantrieb ist fast ganz vermieden worden, da er viel Platz beansprucht und Ungenauigkeiten in den Messungen zur Folge hat.

Sehr wichtig war die Bereitstellung von elektrischer Energie in den Formen, wie sie in einem Prüf- und Versuchsfeld vorkommen kann, und die Wahl der damit zusammenhängenden Leitungsanlage. Gegeben war der Stromart und Spannung nach Gleichstrom von 440 V, der aus dem etwa 1 km entfernten Kraftwerk durch Kabel be-

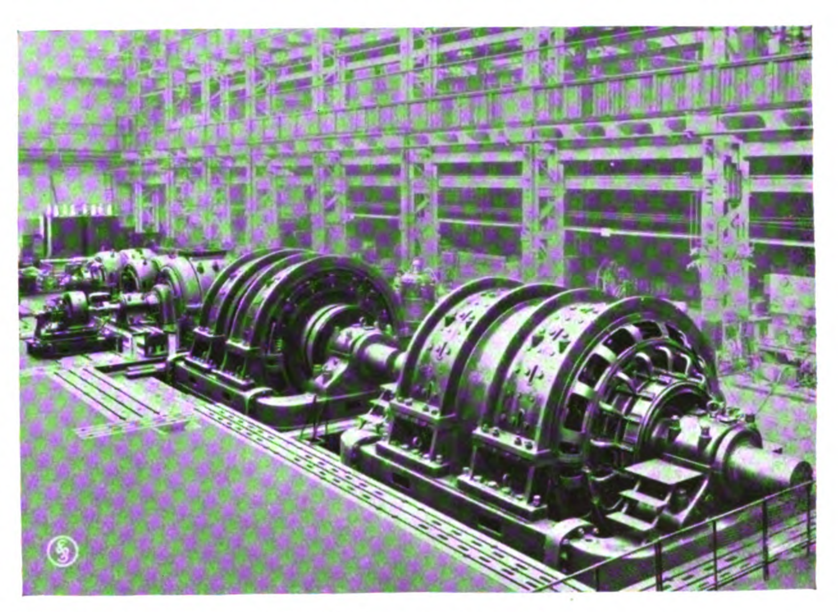


Bild 4. Montagegrube im Feld 1 besetzt mit zwei Kaskadenumformern, einem größeren Turbogenerator und zwei großen Walzenzugsmotoren.

Digitized by Google

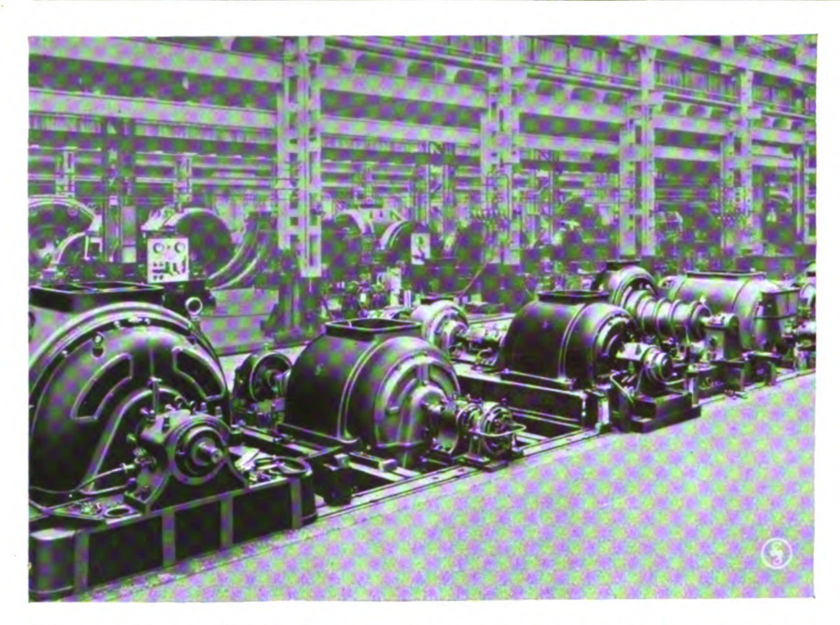


Bild 5. Montagefeld 2 besetzt mit einer Reihe von Turbogeneratoren mittlerer Größe für Drehstrom und Gleichstrom.

zogen wurde, und für dessen Wahl andere Faktoren bestimmend waren. Als größter Verbrauch im Prüffeld wurden 2000 kW angenommen und infolgedessen drei Kabel für je 1500 A Nennstrom verlegt. Dann galt es, diesen Gleichstrom von 440 V in solchen der verschiedensten Spannungen und in Drehstrom der verschiedensten Spannungen und Frequenzen umzuformen. Zahl, Größe und Art der hierzu nötigen Motorgeneratoren wurden bestimmt. Diese Umformer sind so auf den Steigen verteilt angeordnet, daß, wenn angängig, die zu prüfende Maschine in dem davorliegenden Kranfeld montiert werden kann. Wenn man eine genügende Zahl von Umformern aufstellen könnte, so brauchte man auf diese Weise keine Umleitungen. Das ist natürlich nicht erreichbar. Die möglichst weitgehende Befolgung dieses Grundsatzes hatte indessen zur Folge, daß man mit einer geringen Zahl von Umleitungen auskam und sich, was sehr wichtig ist, schnell orientieren konnte. Der Umformermotor erhält einen Selbstschalter, einen Anlasser, ein Amperemeter; der Generator ein Amperemeter, ein Voltmeter, wenn nötig, mit verschiedenen Meßbereichen und bei zwei Kollektoren einen Umschalter, um diese parallel oder hintereinander schalten zu können. Diese Instrumente und Schalter auf einer kleinen Schalttafel angebracht, ergeben eine so übersichtliche und einfache Anordnung, daß sich jeder Fachmann sofort in ihr zurechtfindet. Die Leitungen des Generators sind an einen Prüftisch geführt, so daß der Prüfingenieur alles zur Untersuchung des Prüfobjektes Erforderliche an einer Stelle vereinigt hat. Er kann, da auch die Erregung des Umformergenerators an den Prüftisch geleitet ist, Spannungen, Strom und Drehzahl ohne Mühe selbst regeln (Bild 2, Steig 2). Eine Verteilungsschalttafel fällt auf diese Weise fort. Der Gesamtstrom und die Leistung werden auf einer kleinen Schalttafel (Bild 7) gemessen, auf der noch ein Voltmeter und zwei Steuerschalter für zwei Selbstschalter untergebracht sind. Die Selbstschalter können in Fällen der Gefahr von verschiedenen Stellen des Prüffeldes betätigt werden. Eine Bedienung für diese Schalttafel ist nicht nötig.

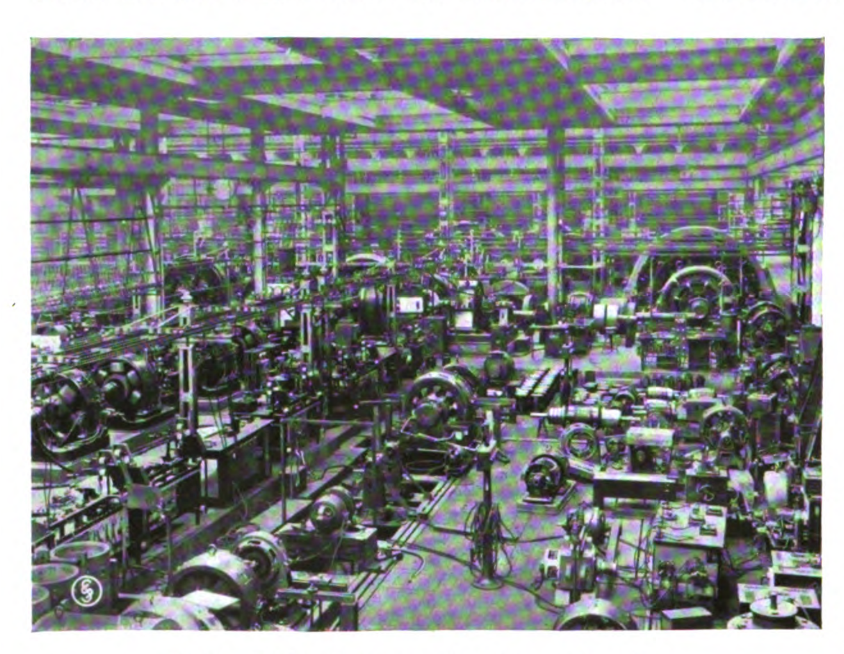


Bild 6. Feld 4, Prüfraum für kleinere Maschinen.

An Gleichstromspannungen kommen alle Größen von 0—1500 V vor; bei Gleichrichtern

Digitized by Google

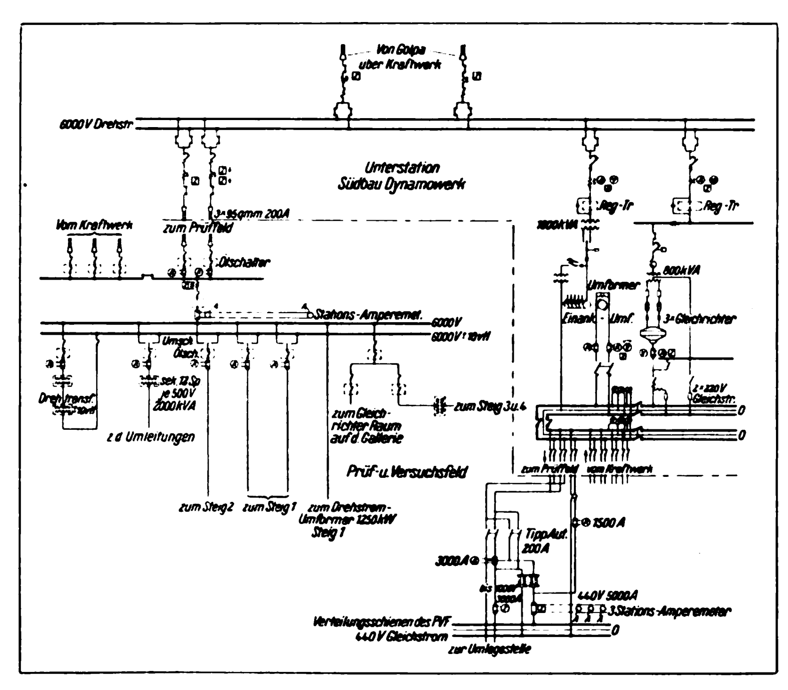


Bild 7. Gesamtplan der Stromzuführung zum Prüffeld.

noch bedeutend höhere Spannungen. Die gebräuchlicheren Spannungen bis 1500 V werden durch Hintereinanderschaltung von Generatoren unter Umständen mit dem Netz erreicht. Da man die Erregungen der Generatoren in der Hand hat, kann man jede beliebige Höhe zwischen den genannten Grenzen einstellen.

Die großen Umformer stehen auf den Steigen, die zu den Kranfeldern gehören, die kleineren, zahlreicheren in den Kellern und an schwieriger zugänglichen Orten. Der größte Gleichstrom-Gleichstrom-Umformer hat eine Leistung von 500 kW. Die Zahl der Gleichstrom-Gleichstrom-Umformer beträgt 34.

Für die Beschaffung von Wechselstrom war, wie schon erwähnt, zunächst der Weg über den Gleichstrom gegeben. Diese Erzeugungsart hat den Hauptvorteil, daß man nicht an eine einzige Frequenz gebunden ist, und daß man sie regeln kann. Ähnlich wie bei den Gleichstrom-Gleichstrom-Umformern wurde auch mit der Verteilung der Gleichstrom-Drehform-Umformer verfahren, nur ist die Zahl der letzteren nicht so groß. Die verschiedenen gebräuchlichen Spannungen wurden bei Einhaltung einer einigermaßen normalen Magnetisierung durch Schaltung der einzelnen Spulen der Drehstromgeneratoren erreicht, so daß man möglichst ohne Transformator auskam. Bei der Bestimmung der Größe der Umformer ist man wechselstromseitig bis zu einer Leistung von 5000 kVA bei 50 Frequenz gegangen. Dadurch war man in der Lage, bei einer Frequenz von 15 bzw. $16^2/_3$ auch noch beträchtliche Energiemengen zu erzeugen, und konnte außerdem Wechselstromgeneratoren bis 5000 kVA blind belasten. Der Antriebsmotor dieser 5000 kVA-Maschine hat eine Größe von 1000 kW und erlaubt alle Frequenzen von 0 bis 50 herzustellen.

Als später für die entfernteren Fabriken der SSW die Spannung von 440 V nicht mehr ausreichte, wurde dem Prüffeld auch Drehstrom von 6300 V zugeführt. Gegenwärtig wird dieser Anschluß, der ursprünglich für 2000 kVA eingerichtet war, verstärkt, und zwar so, daß die Gleichstromzufuhr nur als Reserve und für besondere Fälle bleibt, während im allgemeinen dem Dynamowerk nur Drehstrom zugeführt wird, der in einer Unterstation mittels Gleichrichter und Einankerumformer zum Teil in Gleichstrom umgeformt und dem Prüffeld zugeleitet wird (Bild 7).

(Schluß folgt.)

Die Anlaufverhältnisse beim Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer und ihre Messung

Von Oberingenieur R. Elsässer, Elektromotorenwerk der SSW.

(Schluß.)

Man kann die Drehmomentkurve — wenigstens angenähert — auch ohne besondere Apparate am leerlaufenden Motor aufnehmen. Sind nur Massen zu beschleunigen, was angenähert beim Leerlauf der Fall ist, so gilt für das Drehmoment die Beziehung:

$$D = J \cdot \frac{d\omega}{dt} \text{ (cmkg)},$$

wobei D das vom Motor entwickelte Drehmoment in cmkg, J das Massenträgheitsmoment

Digitized by Google

in $cmkgs^2$, ω die Winkelgeschwindigkeit in s^{-1} und t die Zeit in s ist. J ist konstant und leicht zu bestimmen, w erhält man als Kurve über t, wenn man die Spannung des Ankers einer fremderregten kleinen Gleichstromdynamo, die möglichst starr mit dem Läufer des Motors gekuppelt ist, beim Anlauf mit dem Oszillographen aufnimmt, da diese bei konstantem Feld und einem Ankerstrom nahe Null proportional ω ist. Konstruiert man daraus in bekannter Weise die Differentialkurve $\frac{d\omega}{dt}$, so stellt diese in einem durch die Konstante J bestimmten Maßstab die Drehmomentkurve dar. Man könnte $\frac{d\omega}{dt}$ auch direkt aufnehmen, wenn man einen Kondensator an die Klemmen des Gleichstromankers legte und den Kondensatorstrom im Oszillographen aufzeichnete. Es ist nämlich: $e \sim \omega$ und der Kondensatorstrom $i = C\frac{de}{dt} \sim C\frac{d\omega}{dt}$.

Um mit diesem Verfahren brauchbare Werte zu erhalten, dürfen vor allem keinerlei Schwingungen auftreten. Es dürfen also mit dem Läufer keine Massen usw. verbunden sein. Der Gleichstromanker muß klein und starr mit dem Läuferkörper (möglichst nicht mit der Welle) gekuppelt werden und eine reine Gleichspannung (ohne Kommutator- und Nutenschwingungen) ergeben. Der Meßstrom darf die Spannung nicht merkbar beeinflussen. Unter diesen Voraussetzungen ist die Aufnahme einer einwandfreien ω-Kurve leicht, dagegen ist eine genügend genaue Differentiation bei dem Charakter der Kurve nicht sehr leicht. Die Aufnahme einer $\frac{d\omega}{dt}$-Kurve mit einem Kondensator — der weder nennenswerte Verluste noch Rückstandsbildung haben darf — ist außerordentlich schwer, da jede Unreinheit der ω-Kurve in vielfacher Verstärkung in der $\frac{d\omega}{dt}$-Kurve wiederkehrt.

Beim Anlauf eines Drehstrommotors mit Kurzschlußläufer können folgende störende Erscheinungen auftreten:

1. Das Anzugsmoment ist zu klein. Der Motor setzt sich gar nicht oder nur sehr langsam in Bewegung, während er für die Betriebsleistung richtig gewählt ist.

2. Der Motor läuft wohl an, kommt aber nicht oder nur sehr langsam auf volle Geschwindigkeit.

3. Beim Anlauf treten heftige Schwingungen und Pendelungen auf.

4. Der Anlaufstrom beeinflußt in unzulässiger Weise das übrige Netz.

Die beiden ersten Fälle dürfen bei guten, neuzeitlichen Motoren nur bei ganz außergewöhnlich schweren Anlaufbedingungen auftreten. Für Motoren unter 10 kW soll das Anzugsmoment bei voller Spannung etwa das Zweifache des normalen Drehmoments betragen und das Anlaufmoment nicht wesentlich kleiner sein. Damit ist bereits festgelegt, daß die Anlaufkurve keine starken Unstetigkeiten enthalten darf, so daß auch keine starken Schwingungen während des Anlaufs auftreten können. Für normale Antriebe ist dann ein störungsfreier und schneller Anlauf gegeben. Aber auch bei einem guten Motor kann der erste Fall eintreten, wenn die ruhende Reibung der anzutreibenden Maschine sehr groß ist oder wenn außerdem infolge ungünstiger Leitungsverhältnisse die Spannung am Motor beim Einschalten stark absinkt. Die ruhende Reibung kann bei komplizierten Antrieben und mangelhafter Ausführung ein Vielfaches des Betriebswiderstandes betragen. Dann hilft nur die Verwendung eines größeren Motors, der aber im Betriebe schlecht ausgenutzt ist, oder einer Sonderausführung mit größerer Anzugskraft. Beides bedingt einen schlechten Leistungsfaktor im Betriebe und erhöhte Kosten. Die Fälle, daß in Rücksicht auf guten Anlauf zu große Motoren verwendet werden, sind sehr häufig; oft würde eine an sich geringfügige Änderung an der angetriebenen Maschine genügen, den Fehler zu beseitigen. Besonders ungünstig werden die Verhältnisse, wenn infolge langer Zuleitungen der zu kleinen Transformatoren bei Überlandnetzen mit stark schwankender Spannung der Motor mit viel zu kleiner Spannung anlaufen muß, da das Drehmoment mit dem Quadrat der Spannung sich ändert. Der Spannungsabfall im Transformator und in den langen Zuleitungen wird bei dem hohen Anlaufstrom oft sehr beträchtlich. Hier ist es am besten, den Motor leer anlaufen zu lassen und ihn erst nach dem Hochlaufen mit dem Antrieb zu kuppeln. Eine selbsttätige Vorrichtung hierzu wird weiter unten beschrieben.

Beim zweiten Fall kann die Ursache entweder eine starke Einsattelung der Drehmomentkurve

Digitized by Google

sein (was bei einem guten Motor nicht auftreten darf) oder es ist eine sehr große Masse zu beschleunigen und etwa noch gleichzeitig ein großes Bremsmoment zu überwinden. Die Wirkung der Massenbeschleunigung auf den Anlauf wird sehr häufig unterschätzt. Ist D das vom Motor bei der Winkelgeschwindigkeit ω entwickelte Drehmoment, W das zu überwindende Bremsmoment (Nutzmoment + Reibungsmoment), J das Massenträgheitsmoment, reduziert auf die Motorwelle, so ist

das Beschleunigungsmoment: $D - W = J \cdot \frac{d\omega}{dt}$,

daraus:

$$dt = J \cdot \frac{d\omega}{D-W}.$$

J ist in der Regel konstant, dagegen ändern sich D und W mit ω, aber in verschiedenem Maße[1]). Da bei guten Motoren und Maschinen sich D und W zwischen Null und 80 v. H. der synchronen Geschwindigkeit nur mäßig und ziemlich geradlinig ändern, kann man für überschlägliche Rechnungen einen mittleren Wert als konstant annehmen und erhält damit die Zeit, die erforderlich ist, um eine Geschwindigkeit ω_n zu erreichen, zu:

$$t_n = J \cdot \frac{1}{D-W} \cdot \omega_n \text{ Sekunden.}$$

Die Anlaufdauer ist also um so länger, je größer die zu beschleunigende Masse, die zu erreichende Geschwindigkeit und das zu überwindende Bremsmoment und je kleiner das jeweilige Drehmoment des Motors ist. Zum Beispiel hat der Läufer eines vierpoligen Drehstrommotors der Siemens-Schuckertwerke von 5,5 kW ein Trägheitsmoment $J = 0{,}605$ cmkgs² und ein normales Drehmoment von $D = 370$ cmkg. Für ein mittleres Anlaufmoment $= 2\ D = 740$ cmkg ist die Anlaufzeit bei reinem Leerlauf auf $n = 1500$,

$$t_{1500} = \frac{0{,}605}{740} \cdot 157 = 0{,}128 \text{ Sekunden.}$$

Ein auf der Welle sitzendes kleines Schwungrad von 0,5 m Durchmesser und 5 cm Breite hätte ein Trägheitsmoment $J = 25$ cmkgs². Die Anlaufzeit damit ohne Bremsmoment wäre

$$t_{1500} = \frac{0{,}605 + 25}{740} \cdot 157 = 5{,}45 \text{ Sekunden.}$$

Die Anlaufzeit mit Schwungrad und einem Bremsmoment von 370 cmkg, womit der Motor auf 1440 Umdr/min hochläuft, wäre

$$t_{1440} = \frac{0{,}605 + 25}{740 - 370} \cdot 150 = 10{,}5 \text{ Sekunden.}$$

Die gesamte beim Anlauf im Läufer in Wärme umgesetzte Arbeit ist gleich der kinetischen Energie der umlaufenden Massen, also $^1/_2 J \cdot \omega^2$ (cmkg), vermehrt um die während des Anlaufs geleistete Reibungsarbeit. Bei Motoren für höhere Drehzahlen, die große Massen (z. B. Zentrifugen) antreiben oder mit kleineren Massen häufig anlaufen müssen, ist daher stets zu untersuchen, ob der Läufer die umgesetzte Wärme aufnehmen kann, ohne unzulässige Temperaturen zu erreichen.

Eine lange Anlaufdauer wirkt deshalb schädlich auf den Motor, weil während des Anlaufes auch der Ständerstrom ein Vielfaches des normalen ist. Zu der von der Massenbeschleunigung und Reibungsarbeit herrührenden Wärme des Ständer- und Läuferstromes kommt deshalb noch eine erhöhte Ständerstromwärme, die bedingt ist durch den schlechteren Leistungsfaktor und Wirkungsgrad während des Anlaufs. Die beste Abhilfe ist auch hier, den Motor leer anlaufen zu lassen und ihn nach dem Hochlaufen mit dem Getriebe zu kuppeln, da er dann die Beschleunigungsarbeit unter den günstigsten Verhältnissen leisten kann.

Schädliche Wirkungen des hohen Anlaufstromes auf das Netz machen sich nur dann bemerkbar, wenn der Strom längere Zeit anhält, also die Anlaufdauer groß ist. An sich ist der Stromstoß bei Motoren unter 10 kW weder für den Motor noch für das Netz nachteilig, nur bei längerer Dauer löst er unerwünschte Wirkungen aus. Beträgt die Dauer nur wenige Zehntelsekunden, so ist die einzige Folge, daß in benachbarten Lichtleitungen ein kaum wahrnehmbares, momentanes Zucken des Lichtes eintritt, nicht einmal die für normale Betriebsverhältnisse bemessenen Sicherungen schmelzen ab. Dauert aber der Anlauf und damit die hohe Stromstärke mehrere Sekunden, wie es bei den meisten Antrieben zutrifft, so verursacht der starke Spannungsabfall, besonders in schwach bemessenen oder stark belasteten Verteilungsleitungen, ein sehr störend wirkendes, ebenfalls mehrere Sekunden dauerndes Dunkelbrennen der Lampen. Das Sinken der Spannung am Motor verlängert

[1]) Die genaue Berechnung siehe bei Blanc, Z.d.V.D.I. 1919, Seite 289.


Digitized by Google

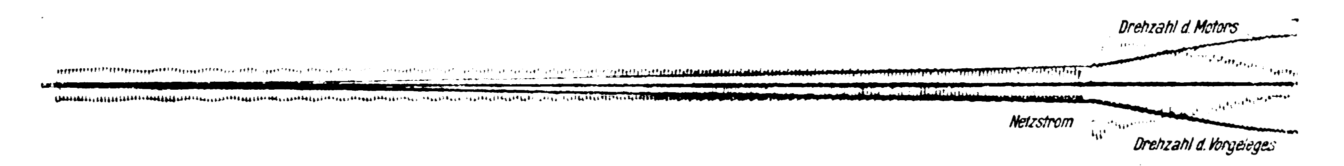


Bild 8. Anlauf eines Drehstrommotors mit KL in Stern-Dreieckschaltung mit 0,45 des Normalmomentes an der Bremsscheibe.

außerdem die Anlaufdauer. Bei häufigerem Anlauf wird die Störung des Lichtes unerträglich, auch treten im Motor und Transformator Temperaturerhöhungen auf, die erhebliche Werte erreichen können.

Um die Verhältnisse beim Anlauf zu verbessern, sind zahlreiche Vorschläge gemacht worden. Man kann sie in vier Klassen einteilen: 1. Schaltungen im feststehenden Teil. 2. Schaltungen im umlaufenden Teil. 3. Besondere Läuferkonstruktion[1]). 4. Anwendung äußerer mechanischer Hilfsmittel.

Von den Schaltungen im feststehenden Teil ist die einfachste und allein weiter verbreitete die Stern-Dreieckschaltung. Beim Anlauf in Sternschaltung sinkt der Anlaufstrom auf $^1/_3$ desjenigen bei Dreieckschaltung, leider sinkt aber auch das Drehmoment auf mindestens $^1/_3$, meistens noch mehr, da sich etwaige Einsattelungen der Drehmomentkurve hierbei in verstärktem Maße auswirken. Man hat die Stern-Dreieckschaltung zu verbessern gesucht durch die sogenannte Anzapfschaltung, bei der man von der Anlauf-Sternschaltung nicht auf Dreieck übergeht, sondern die Sternschaltung als Betriebsschaltung benutzt. Für den Anlauf erhält dann jede Phase eine bestimmte Anzahl Zusatzwindungen; damit ist die Wahl des Anlaufmomentes in dieser Schaltung frei, aber nicht mehr die der Stromstärke. Bei beiden Schaltungen ist sachgemäße Bedienung erforderlich. Wird zu schnell auf die Betriebsstellung übergeschaltet oder ist das zu überwindende Moment so groß, daß der Motor in Sternschaltung nur wenige Umdrehungen macht oder gar nicht anläuft, so treten dieselben Verhältnisse auf wie bei reiner Dreieckschaltung. Bild 8 und 9 sind oszillographische Aufnahmen des Anlaufs eines Motors von 380 V 5,5 kW n = 1440 in Stern-Dreieckschaltung bei 45 v. H. und 100 v. H. der normalen Belastung, die die Verhältnisse beim belasteten Anlauf deutlich zeigen. Bild 9 gibt natürlich auch die Verhältnisse wieder, die beim Anlauf in Dreieckschaltung auftreten. Beim Überschalten in die Betriebsstellung tritt stets nochmals ein Stromstoß auf, der um so größer wird, je früher die Umschaltung erfolgt und je länger die Schaltzeit zwischen beiden Schaltstellungen dauert, da in dieser Zeit der Motor ziemlich stark abfällt. Der Strom erreicht häufig hohe Werte und wird nur deshalb nicht störend empfunden, weil er nur die kurze Zeit andauert, bis der Motor völlig hochgelaufen ist. Zu den Schaltungen im feststehenden Teil gehört auch die Verwendung von Anlaßwiderständen und Anlaßtransformatoren, die aber für die allein in Frage kommenden Motoren unter 10 kW keine Bedeutung haben. Auch die Verfahren von Boucherot und von Brunken, die Doppelmotoren mit gemeinsamem Läufer verwenden und zum Anlassen den einen feststehenden Teil gegen den andern verdrehen (Boucherot mechanisch, Brunken durch komplizierte Umschaltung), haben keine größere Bedeutung erlangt. Der Motor von Brunken entwickelt ein Anlaufmoment, das nur unwesentlich über dem normalen Drehmoment liegt, wobei der auftretende Strom zu 1,3 des Normalstromes angegeben wird. Vermutlich sind die Stromspitzen bei den einzelnen Umschaltungen wesentlich höher.

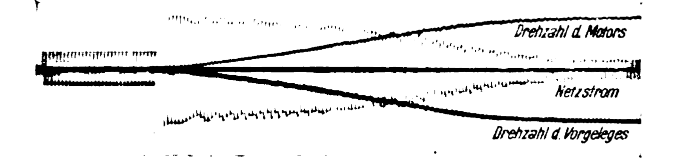


Bild 9. Anlauf eines Drehstrommotors mit Stern-Dreieckschaltung mit Normalmoment an der Bremsscheibe.

TWL

[1]) Eine ziemlich vollständige Zusammenstellung der bekanntgewordenen Verfahren nach Klasse 1 bis 3 gibt Weddige in der Z. d. V. D. I., 1924, Heft 8.

Schaltungen im umlaufenden Teil sind in großer Anzahl bekannt geworden. Es ist nicht schwer, bei Anwendung eines Schaltmechanismus im Läufer ein hohes Anlaufmoment bei kleinem Anlaufstrom zu erhalten. Bei einfachen Antrieben

Digitized by Google

ohne größere Massen und mit geringer Schalthäufigkeit arbeiten die Schaltvorrichtungen, wenn sie gut gebaut sind, auch befriedigend, solange nicht schwere Betriebsbedingungen auftreten. Sie versagen früher oder später, sobald sie öfter bei belastetem Motor abschalten müssen. Die Schaltvorrichtung mit Widerständen oder besonderen Wicklungen kompliziert und verteuert den Motor und verringert die Betriebssicherheit bedeutend, sie nimmt also dem KL-Motor gerade seine besten Eigenschaften. Motoren mit Schleifringen und von Hand betätigten Schaltvorrichtungen im Läuferkreis rechnen nicht zu den Kurzschlußläufern.

Unter den besonderen Läuferkonstruktionen sind besonders bemerkenswert der Boucherot-Läufer, der zwei oder mehr konzentrische Käfigwicklungen mit verschiedenem Widerstand hat, und der sogenannte Läufer mit Stromverdrängung, der schmale und sehr tiefe Nuten mit entsprechenden Kupferstäben enthält. Da bei Stillstand die Frequenz des Läufers gleich der Netzfrequenz ist, haben die inneren Teile der Läuferwicklung infolge ihres besseren Eisenschlusses einen sehr viel größeren Wechselstromwiderstand als die äußeren, und deshalb drängt sich im Stillstand fast der ganze Läuferstrom auf die äußeren Teile mit hohem Widerstand zusammen, während bei steigender Drehzahl auch die übrigen Teile infolge der sinkenden Frequenz allmählich mehr und mehr Strom führen, wodurch der wirksame Gesamtwiderstand sinkt. Dadurch soll ein großes Anlaufmoment bei kleinem Anlaufstrom erreicht werden sowie ein guter Wirkungsgrad beim Lauf. Der Boucherot-Läufer hat sich nicht einführen können. Wird der äußere Käfig so bemessen, daß er ein großes Anlaufmoment bei kleinem Strom ergeben würde und der innere so, daß er beim Anlauf nicht stört, so kann der äußere Käfig die entstehende Anlaufwärme nicht abführen und wird unzulässig heiß bis zum Ausschmelzen. Der Läufer mit Stromverdrängung ist darin günstiger und wird sich wohl ein bestimmtes Anwendungsgebiet erwerben; er ist bis jetzt in größerem Umfange nur in Dänemark als Landwirtschaftsmotor verbreitet. Der Leistungfaktor wird naturgemäß schlechter als beim einfachen Käfigläufer.

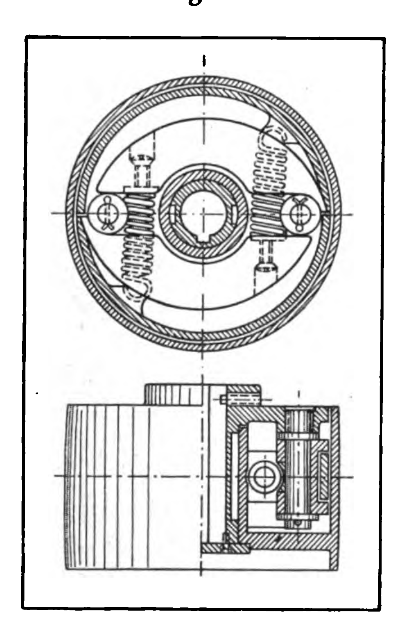


Bild 10. Mechanischer Anlasser für Drehstrommotoren.
TWL

Die äußeren mechanischen Hilfsmittel sollen einen Leeranlauf des Motors ermöglichen bei Vollbelastung der anzutreibenden Maschine. Es gibt ihrer eine größere Anzahl. Wie oben gezeigt, ist beim Leeranlauf die Anlaufzeit sehr kurz, und störende Wirkungen des Anlaufstromes treten nicht auf. Außerdem ist auch die Stern-Dreieckschaltung bei vollbelastetem Anlauf anwendbar, wenn das Element, das nach erfolgtem Anlauf Motor und Maschine kuppelt, das erforderliche hohe Drehmoment übertragen kann. Weder Massen noch Bremsmomente der angetriebenen Maschine haben dann auf den Anlauf des Motors Einfluß, der mit kurzem Stromstoß schnell hochläuft und erst bei voller Geschwindigkeit die Anlaufwiderstände der Maschine überwindet. Auch ein ungeschicktes oder böswilliges Schalten des Stern-Dreieckschalters ist bedeutungslos, da der Anlauf innerhalb der Schaltzeiten vor sich geht. Am einfachsten und zuverlässigsten, dabei völlig selbsttätig wirkend, ist eine gut gebaute Fliehkraft-Reibungskupplung, wie sie von den Siemens-Schuckertwerken unter dem Namen „Mechanischer Anlasser"[1]) auf den Markt gebracht wird. Bild 10 gibt ein Bild dieser Kupplung. Bild 11 zeigt von dem 5,5 kW-Motor der Bilder 8 und 9 im gleichen Maßstab den Anlauf mit Kupplung in Dreieckschaltung bei Verwendung eines einfachen Hebelschalters und Bild 12 dasselbe bei Verwendung eines Stern-Dreieckschalters; beide Male wird eine größere Schwungmasse ($J \cdot 6{,}68$ cmkgs^2) beschleunigt und gleichzeitig ein Bremsmoment gleich dem normalen Drehmoment des Motors überwunden. Die vier Aufnahmen Bild 8, 9, 11 und 12 sind unter genau gleichen Verhältnissen aufgenommen.

[1]) Preisliste EP 48; Drschr. 1970.

Digitized by Google

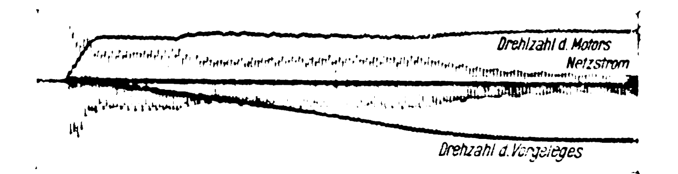


Bild 11. Anlauf eines Drehstrommotors mit KL mit mechanischem Anlasser in Dreieckschaltung mit Normalmoment an der Bremsscheibe. *TWL*

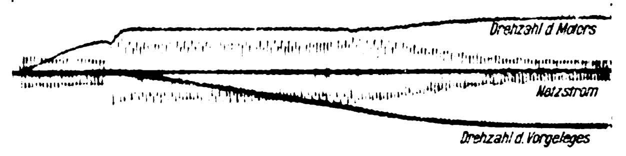


Bild 12. Anlauf eines Drehstrommotors mit KL mit mechanischem Anlasser in Stern-Dreieckschaltung mit Normalmoment an der Bremsscheibe. *TWL*

Der Motor treibt mit kurzem Riemen eine Vorgelegewelle, auf der die Bremsscheibe sitzt, die durch Bremsseil belastet wird. Kupplung und entsprechende Riemenscheibe haben gleichen Durchmesser. Der Anlauf geschieht bei voller Spannung, der größte Spannungsabfall ist unter 2 v. H. Bei den Aufnahmen ist zu beachten, daß der Motor nicht nur das normale Moment überwindet, sondern auch die schwere Schwungmasse beschleunigt. Wie oben gezeigt, ist dazu eine ziemliche Zeit erforderlich und während dieser Zeit muß der Motor ein zusätzliches Moment leisten, verbraucht also einen erheblich größeren Strom, als wenn er nur das Bremsmoment zu überwinden hätte. Daher rührt der hohe Strom nach dem Hochlaufen (Bild 11 und 12). Damit der Motor dieses erhöhte Moment leisten kann, muß das Gleitmoment der Kupplung (das größte durch diese übertragbare Moment) höher eingestellt werden als das normale Bremsmoment. Der Überschuß wirkt als Beschleunigungsmoment, und von ihm und dem Trägheitsmoment der Masse hängt die Anlaufzeit ab.

Um ein einwandfreies Bild der Arbeitsweise einer Anlaufvorrichtung zu erhalten, ist es notwendig, den schwierigsten Fall, den Anlauf mit Vollbelastung und Schwungmasse zu betrachten. Aus den Abbildungen ist zu ersehen, daß der Motor sehr schnell — bei Bild 11, Anlauf in Dreieckschaltung, in $^1/_{10}$ Sekunde — auf volle Geschwindigkeit hochläuft und erst dann die Fliehkraftkupplung in Tätigkeit tritt. Der Anlauf des angetriebenen Teiles geht sanft und gleichmäßig von statten. Die Drehzahl, bei der die Kupplung zum Angriff kommt, ist einstellbar durch Veränderung der Federspannung; damit ist auch die Überlastbarkeit gegeben, da das Abschalten bei nur wenig niedriger Drehzahl erfolgt als das Mitnehmen und die Drehzahl das Moment des Motors bestimmt. Der mechanische Anlasser ist also gleichzeitig eine Sicherung gegen übermäßige Belastung des Motors und verhindert auch, besser als vielfach die Abschmelzsicherungen, ein Abfallen des Motors und die dadurch entstehenden Stromstöße im Netz. Wie Bild 11 zeigt, tritt bei Anlauf in Dreieckschaltung der hohe Anlaufstrom nur während der Dauer von 5 Perioden, also nur $^1/_{10}$ Sekunden lang auf. In dieser Zeit kann er niemals schädlich wirken, treten doch Stromstöße gleicher Art beim Abschmelzen selbst kleiner Sicherungen infolge Kurzschlusses stets auf.

Ein eingeschalteter Strommesser gibt kein richtiges Bild der Vorgänge während der ersten Sekunde des Anlaufs; wie eingangs erläutert, zeigt er weder den richtigen Strom noch die richtige Dauer des Stromes an, da seine Eigenschwingungsdauer für derartig kurzzeitige Vorgänge viel zu groß ist. Er täuscht deshalb eine längere Dauer des hohen Stromes vor, als sie in Wirklichkeit ist, vorausgesetzt, daß der Ausschlag nicht zu klein ist. Der Strommesser ist nur zur Ermittlung von Vergleichswerten geeignet, einigermaßen richtige Werte gibt er nur dann, wenn sich der Anlaufvorgang über mehrere Sekunden erstreckt.

Der mechanische Anlasser ist also ein vollkommenes Mittel zur Beseitigung der schädlichen Wirkungen des Anlaufes von Kurzschlußläufermotoren. Er erlaubt die Verwendung normaler, lagermäßiger Motoren und kann auch nachträglich an Stelle der Riemenscheibe usw. aufgesetzt werden. Es ist zu erwarten, daß die Elektrizitätswerke besonders im Hinblick auf das Beispiel Nordamerikas und die wirtschaftlichen Vorteile, den KL-Motor wenigstens bis $7^1/_2$ kW zulassen werden, wenn er mit einem Hilfsmittel, wie oben beschrieben, ausgerüstet wird. Die Vorschriften für den Anschluß von Motoren müßten logischerweise die Fassung erhalten: „Motoren mit Kurzschlußläufer sind zulässig, wenn sie mit Einrichtungen versehen sind, die eine Störung des übrigen Netzes durch den Anlauf verhindern.“

Digitized by Google

Die erste Polizeimelderanlage in Deutschland: Berlin-Mitte

Von R. Bügler, Abteilungsdirektor der S. & H. A.-G.

(Schluß.)

Bild 15 zeigt den aus seiner normalen Lage herausgehobenen Registrierapparat. Wie aus diesem Bild ersichtlich, befindet sich die

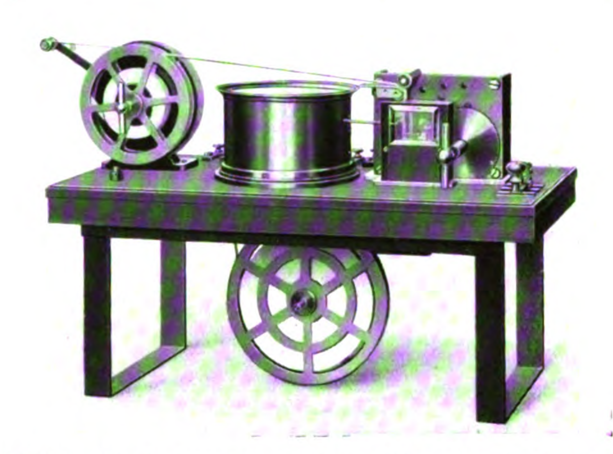


Bild 15. Registrierapparat mit untenliegender Papierrolle. *TWL*

Papierrolle unterhalb des Montagebrettes, so daß sie der bedienende Beamte nicht sehen kann, also auch nicht weiß, wann das Papier abgelaufen ist. Um etwa hieraus erwachsende Schwierigkeiten zu vermeiden, ist ein leicht beweglicher Hebelarm vorgesehen, der einen Kontakt schließt, wenn das Papier bis zu einer gewissen Grenze abgelaufen ist und sich dadurch der Durchmesser der Papierrolle verkleinert hat. Dieser Kontakt schaltet die Lampe hinter einem im oberen Aufbau der Schalttafel (Bild 2) liegenden Tableau ein, das die Aufschrift trägt „Papier auflegen". Ebenso wird durch einen Kontakt am Malteserkreuz des Lochers ein Zeichen mit Lichtschrift gegeben, daß der Locher aufzuziehen ist. Ferner wird in ähnlicher Weise signalisiert, wenn ein Erdschluß oder Leitungsbruch eingetreten ist. Kurz, es wird jede Störung oder jeder Vorgang, der ein Eingreifen des Beamten erforderlich macht, durch Lichtschrift und Weckzeichen selbsttätig bekanntgegeben. Die vierte Marmortafel im Bild 2 dient zur Aufnahme des schon erwähnten selbsttätigen Alarmschalters sowie des gesamten Apparatematerials, das zum Aufladen der Akkumulatorenbatterie erforderlich ist. Die einzelnen Ladeschalter unterscheiden sich von den sonst gebräuchlichen dadurch, daß der Strom nicht unterbrochen wird, wenn man sie umlegt. Zu diesem Zweck ist eine besondere Kontaktfeder vorgesehen, die beim Umschalten von einer Batterie auf die andere die Unterbrechung verhindert. Das geschieht deshalb, um etwa gleichzeitig einsetzende Meldungen nicht zu verstümmeln. Die sonstigen Einrichtungen, wie Umschalter, Spannungsmesser und andere Meßinstrumente dürften im allgemeinen bekannt sein; sie sind auch von normaler Ausführung.

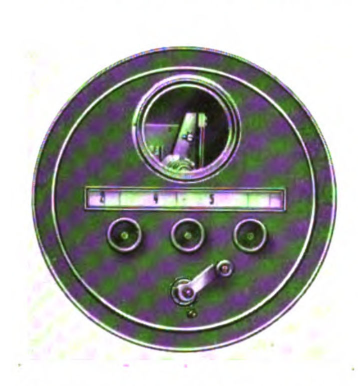


Bild 16. Apparat zum Weitergeben einer Meldung an die Revierwache. *TWL*

Mit dem Eingang der Meldungen an der Empfangsschalttafel ist zunächst dem im Polizeiamt Berlin-Mitte diensthabenden Beamten bekanntgegeben, daß ein Hilferuf von einem Melder ausgegangen ist. Die Aufgabe des Beamten ist es nun, diesen Hilferuf weiterzuleiten, und



Bild 17. Fernsprechschrank mit Einrichtung zum Weitergeben von Meldungen vom Polizeiamt zur Revierwache. *TWL*

Digitized by Google

zwar an die dem betätigten Melder zunächst gelegene Revierwache. Zu dem Zwecke wird mit Hilfe von drei Handrädchen an einem Apparat in rundem Gehäuse (Bild 16), der an der hinteren Wand des Fernsprechschrankes (Bild 17) befestigt ist, die Nummer dieses Melders eingestellt. Links von dem Apparat sind in zwei Reihen die Wählerschalter für die Revierwachen angeordnet; nach Umlegen des Schalters, der für das zu rufende Revier in Betracht kommt, und der großen Kurbel an dem vorerwähnten, Repetierlaufwerk genannten Apparat, wird nun automatisch die Meldung in dreimaliger Wiederholung an die Revierwache gegeben. Diese empfängt die Nummer des Melders und entsendet die erforderlichen Kräfte an den Melder. Ebenso kann durch Umlegen eines bestimmten Schalters der Krankenwagen an den Melder beordert werden. Die Weitergabe der im Polizeiamt Berlin-Mitte eingehenden Meldungen an die Revierwachen wird auf Zeit und Richtigkeit durch den auf der Tischplatte des Fernsprechschrankes angebrachten Doppellocher mit Zeitstempel, über den die abgehenden Alarmmeldungen geleitet werden, kontrolliert. Der Empfang der Meldungen auf den Revierwachen erfolgt wiederum auf einem Registrierapparat in Gestalt eines Einfachlochers. Auch hier wird die eingehende Meldung durch Lochgruppen, deren jede eine Zahl bedeutet, festgelegt. Ein Zeitaufdruck erfolgt nicht, da dieser schon an der Abgabestelle vorhanden ist; gleichzeitig wird die Revierwache durch gruppierte Weckerschläge (in dreimaliger Wiederholung) alarmiert. Eine derartige Empfangseinrichtung ist in Bild 18 dargestellt.



Bild 18. Empfangseinrichtung auf einer Revierwache. *TWL*

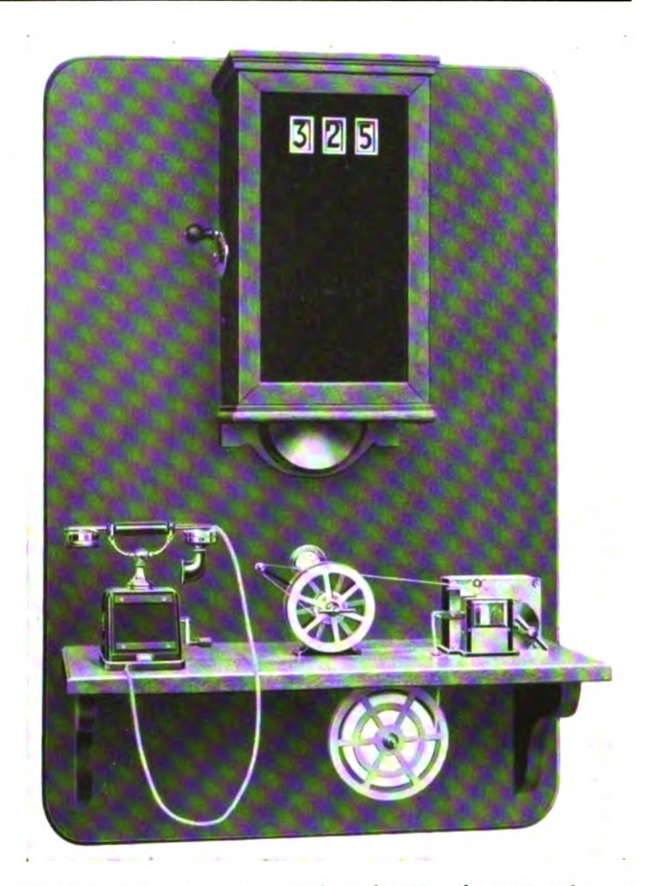


Bild 19. Nummernapparat bei der Empfangseinrichtung einer Revierwache. *TWL*

Bei einem Teile der Revierwachen ist dieser Empfangseinrichtung noch ein Nummernapparat beigegeben (Bild 19), der die Meldernummer in Ziffern zeigt. Die Polizeimannschaft wird also hier nicht nur durch die Weckerschläge alarmiert, sondern es wird ihr auch in Zahlen die Nummer des Melders angegeben. Es wird sich nun zeigen, ob die Anwendung dieser Nummernapparate erforderlich bleibt oder ob Registrierapparat und Wecker genügen. Die Konstruktion der Nummernapparate ist besonders interessant. Drei nebeneinander stehende schmale Walzen zur Aufnahme der Zahlen folgen den von den Typenscheiben der Melder gegebenen Schlüssen und Unterbrechungen. Um von der Hunderter- auf die Zehner- und von der Zehner- auf die Einerwalze umzuschalten, so daß sich die Nummer des ausgelösten Melders am Apparat

Digitized by Google



Bild 20. Telephonischer Anruf vom geöffneten Melder aus. *TWL*

zeigt, sind Verzögerungseinrichtungen zwischen den Walzen vorgesehen, die in Wirksamkeit treten, wenn an der Typenscheibe der Rücken zwischen Hunderter- und Zehner- und Zehner- und Einerscheibe einen längeren Schluß des Kontaktes als den gewöhnlichen kurzen bewirkt. Die links an dem Wandkasten befindliche Handkurbel dient dazu, die Walzen zurückzustellen.

200 Milliampere, vom Polizeiamt Berlin-Mitte über das Repetierlaufwerk gegeben, genügen, um Locher, Wecker und Nummernapparat in Betrieb zu setzen und zu halten, so daß die Revierwachen keine Batterien nötig haben. Da jede Revierwache durch eine Doppelleitung mit dem Polizeiamt Berlin-Mitte in Verbindung steht, würde die Kontrolle sämtlicher Linien eine große Anzahl Instrumente erforderlich machen. Um dies zu vermeiden, sind die 25 Reviere in zwei Gruppen geteilt und über die Kippschalter zu je einer Schleifenleitung verbunden, so daß nur zwei Kontrollinstrumente für die Ruhestromkontrolle sämtlicher 25 Doppelleitungen nötig sind. Diese zwei kleinen Instrumente sind im Aufsatz des Fernsprechschrankes links angeordnet. Durch Umlegen eines Kippschalters wird die Doppelleitung für die in Betracht kommende Revierwache aus diesem Kreis herausgenommen und an das Repetierlaufwerk geschaltet; in den Kontrollstromkreis wird dagegen mittels des Kippschalters ein entsprechender Widerstand geschaltet, so daß der Kontrollstromkreis in seinen Widerstandsverhältnissen gleich bleibt.



Bild 21. Befestigung des Melders an einem Lichtmast. Zuleitungen im Mast geführt.

Einen weiteren Teil der Anlage bildet die ihr angefügte Fernsprecheinrichtung. Wie schon erwähnt, ist jeder Melder mit einem Abfrageapparat versehen. An der hinteren Wand des Fernsprechtisches (Bild 17) ist rechts eine Tafel mit Anruflampen und Stöpselklinken angebracht, und zwar befinden sich in der obersten Reihe sechs rote Lampen mit Stöpselklinken, je eine für die sechs Melderschleifen. Darunter liegen 25 Lampen mit Stöpselklinken für die 25 Revierwachen; die letzten beiden Reihen Lampen mit Klinken geben die Möglichkeit, von den in der ganzen Stadt verteilten Dienststellen des Polizeipräsidiums aus eine Fernsprechverbindung mit jedem Melder oder jeder beliebigen Wache herzustellen. Bild 20 zeigt einen geöffneten Melder und den Polizeibeamten, der durch Abheben des Abfrageapparats angerufen hat und damit in Verbindung mit dem Polizeiamt Mitte und weiter nach Wunsch mit jeder beliebigen Polizeidienststelle steht. Die Fernsprecheinrichtung ist nach dem bekannten Zentralbatteriesystem geschaltet.

Bis dahin hat die Einrichtung, wie in der Einleitung erwähnt, in

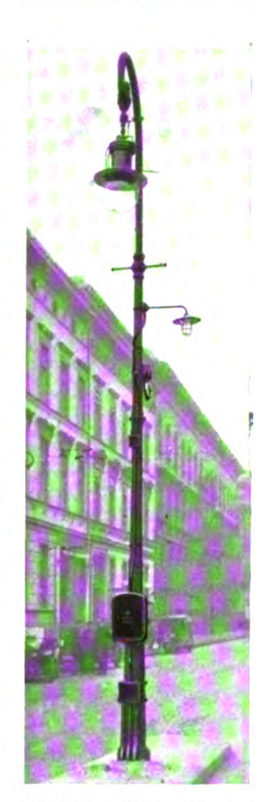


Bild 22. Polizeimelder; Zuleitungen außerhalb eines Lichtmastes geführt. *TWL*



Bild 23. Standmelder.

Digitized by Google



Bild 24. Relais-Anschlußkasten.

ihrem inneren Aufbau große Ähnlichkeit mit den Feuermeldeanlagen; ihr letzter und nicht unwichtigster Teil aber fällt vollkommen aus diesem Rahmen heraus und gibt der Gesamtanlage einen ganz anderen Charakter.

Über jedem in dem Bezirk Berlin-Mitte aufgestellten Polizeimelder befinden sich eine elektrische Lampe und ein Alarmwecker, und unter jedem Melder ein kleines Eisengehäuse (Relaisanschlußkasten), das zum Unterbringen von Relais und Sicherungen dient. Bild 21, 22 und 23 zeigen die Gesamtanordnung der Straßenmeldevorrichtung, und zwar Bild 21 den Melder mit Zuleitung im Innern des Mastes und Relaisanschlußkasten auf der Rückseite des Mastes (Ausnahmeausführung), Bild 22 die Zuleitung außerhalb des Mastes geführt und den Relaisanschlußkasten unterhalb des Melders, und Bild 23 einen Standmelder. Die über den Meldern angebrachten Wecker und Lampen dienen dem Zwecke, die unterwegs befindlichen Sicherheitsbeamten, vor allem aber auch die Stehposten, in deren Nähe in erster Linie Melder angeordnet sind, an den Apparat zu rufen. Diesen Ruf kann man natürlich nicht an einzelne der Melder gelangen lassen, sondern er wird entweder in eine oder mehrere Linien gegeben, und es empfangen ihn so viele Melder, wie in die betreffenden Linien eingeschaltet sind. Zum Einschalten dienen die sechs der Linienzahl entsprechenden, unterhalb des Aufsatzes an der hinteren Wand des Fernsprechtisches vorgesehenen Kippschalter. Durch Umlegen eines Schalters nach links oder nach rechts wird im Relaisanschlußkasten (Bild 24) das dort vorgesehene polarisierte Relais in eine oder in eine zweite Stellung gebracht, je nachdem ob Licht- oder Wecksignal, d. h. Tag- oder Nachtzeit, in Betracht kommt.

Mit Hilfe weiterer Kippschalter können Lampen oder Wecker dauernd eingeschaltet oder intermittierende Signale gegeben werden, die die unterwegs befindlichen Streifen an den nächstgelegenen Melder rufen. Tritt der Fall ein, daß eine Revierwache von Mannschaften zu stark entblößt ist, so kann mit Hilfe des Repetierlaufwerkes nach Einstellung der Nummer des Melders, von dem aus ein Hilferuf gegeben worden ist, dieselbe Nummer durch Umlegen der Kurbel am Repetierlaufwerk in die ganze Linie gegeben werden, so daß wiederum die unterwegs befindlichen Streifen die Nummer abhören oder von der Lampe absehen können, von welchem Melder aus Hilfe gewünscht wird. Je nach Anordnung eilt die Streife dann diesem Melder oder dem nächsten zu, um weitere Befehle entgegenzunehmen. Die Schaltung der Einrichtung ist in Bild 25 dargestellt. Mit Hilfe der Kippschalter, die man zur Abgabe von intermittierenden Signalen benutzt oder dauernd einschaltet, und des Repetierlaufwerkes werden Widerstände in der Linie kurzgeschlossen, so daß sie 250 Milliampere führt, worauf das Starkstromrelais im Relaisanschlußkasten anzieht und je nach Lage der polarisierten Relais Lampen oder Wecker betätigt. Diese Signaleinrichtung ergänzt das ganze Meldesystem in hervorragender Weise. Es ist ohne weiteres erkennbar, daß mit ihrer Hilfe oder richtiger mit Hilfe der gesamten Einrichtung nicht nur die auf den Wachen, sondern sämtliche überhaupt im Dienst befindlichen Polizeibeamten

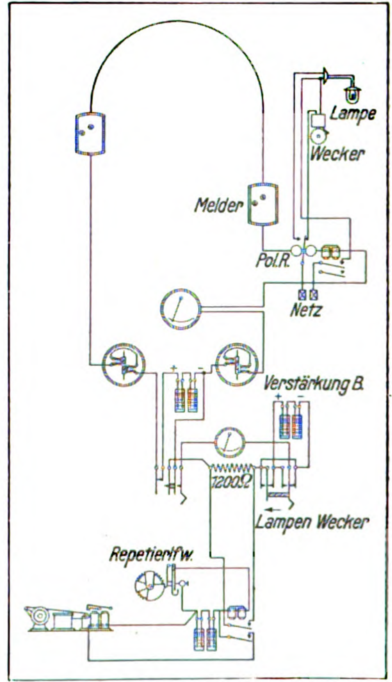


Bild 25. Stromlauf der Straßen-Meldevorrichtung. *TWL*

— gleichviel wo sie sich aufhalten — jeden Augenblick gerufen und zu bestimmten Dienstleistungen herangezogen werden können. So kann u. a. auch die Hilfeleistung auf Grund eines Anrufes ganz erheblich beschleunigt werden, wenn durch die Abgabe von Revisionsmeldungen erkennbar ist, daß sich die Streifen ganz in der Nähe des Melders befinden, von dem der Hilferuf ausging. Welchen Dienst die Einrichtung auch der Geheimpolizei zu leisten vermag, wird jeder ohne weiteres ermessen können. Kurz, bei entsprechendem Ausbau wird diese Anlage — gleichviel wie sich die politische Lage auch gestalten mag — außerordentlich große Vorteile bieten; dann wird durch die entsprechend günstigere Ausnutzung der Polizeikräfte und durch die Abgabe von Meldern an Bankhäuser usw. auch die Wirtschaftlichkeit der Anlage zweifellos nachgewiesen werden können. Bild 26 zeigt zum Schluß eine der sechs Hauptzentralen in der Polizeimelderanlage Rio de Janeiro. Die Anordnung der Apparate ist eine wesentlich andere. Die Zentrale ist für 21 Linien ausgebaut, jedoch ohne Sicherheitsschaltung gegen Leitungsbruch und ohne Sicherheit gegen Verstümmelung bei gleichzeitiger Auslösung zweier Melder in einer Linie, Nachteile, die bei der für sechs Linien vorgesehenen Zentrale des Polizeiamtes Berlin-Mitte vermieden sind.

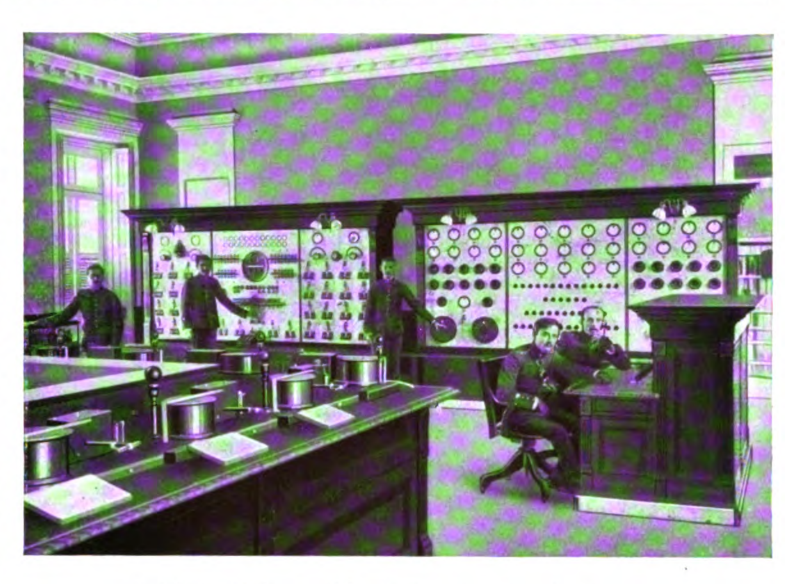


Bild 26. Polizeimelder-Anlage in Rio de Janeiro.

Die Verrechnung elektrischer Energie unter Berücksichtigung der Blindströme

Von Dr.-Ing. W. v. Krukowski, Oberingenieur im Zählerwerk der SSW[1]).

(Schluß.)

III. Die zur Verrechnung erforderlichen Meßgeräte.

Bei der Wahl eines bestimmten Verrechnungsverfahrens muß auch Rücksicht genommen werden auf die hierzu erforderlichen Meßgeräte, die deshalb im folgenden kurz behandelt werden mögen. Als Unterlagen für die Verrechnung elektrischer Energie dienen mit ganz wenigen Ausnahmen die Angaben von Zählern. Andere Meßgeräte können deshalb hier außer acht gelassen werden. Für Wechsel- und Drehstromanlagen kommen praktisch wiederum nur Induktionszähler in Frage, die in bezug auf einfachen Aufbau, hohe Meßgenauigkeit und Betriebssicherheit allen anderen Zählerarten weit überlegen sind. Das Triebsystem dieser Zähler besteht bekanntlich im Prinzip aus zwei Elektromagneten, von denen die Bewicklung des einen in den meisten Fällen an die Netzspannung gelegt wird, während die Bewicklung des anderen vom Verbrauchsstrom durchflossen wird[1]). Ein solcher Zähler registriert im allgemeinen eine kombinierte Größe

$$A_c = \beta A + \gamma A_b = E J \cdot t\,(\beta \cos\varphi + \gamma \sin\varphi).$$

Die Größe der Koeffizienten β und γ hängt dabei von der relativen Lage des durch das Spannungseisen erzeugten Spannungstriebflusses gegen die Klemmenspannung und des durch das Stromeisen erzeugten Stromtriebflusses gegen den Strom ab. Wenn $\beta = 1$ und $\gamma = 0$ ist, so ist der Zähler ein Wirkverbrauchzähler (Kilowattstundenzähler), bei

[1]) Der vorliegende Aufsatz lehnt sich inhaltlich an die wichtigsten Teile der vom Verfasser im Oktober 1922 in Köln und im März 1924 in Halle a. S. gehaltenen Vorträge an.

[1]) Bei höheren Spannungen und Stromstärken kommt natürlich die Zwischenschaltung von Meßwandlern in Frage.



Digitized by Google

$\beta = 0$ und $\gamma = 1$ ist der Zähler ein Blindverbrauchzähler (Kilosinstundenzähler). Ferner können die Verhältnisse so gewählt werden, daß der Zähler in einem gewissen Bereich der Phasenverschiebung mit für die Praxis genügender Genauigkeit den Scheinverbrauch registriert. Dieser Bereich beträgt etwa 40°, so daß es beispielsweise möglich ist, Scheinverbrauchzähler für den Bereich von $\varphi = 25° : 65°$ entsprechend $\cos \varphi = 0{,}9 \div 0{,}4$ zu bauen. In gewissem Bereich können die Zähler auch die Größe $A + \frac{1}{2} A$, mit genügender Genauigkeit registrieren. Diese Zähler sind für das von Arno vorgeschlagene Verrechnungsverfahren erforderlich. Legt man die beiden Wicklungen an die Klemmenspannung, so erhält man einen Voltquadratstundenzähler. Wenn beide Wicklungen vom Strom durchflossen werden, erhält man einen Amperequadratstundenzähler. Es würde hier zu weit führen, darauf einzugehen, auf welche Weise die richtige Lage der Triebfelder im einzelnen erreicht wird. Es möge nur auf folgendes hingewiesen werden. Drehstromzähler für Dreileiteranlagen erhalten zwei messende Systeme, die nach der bekannten, von Aron angegebenen Zweiwattmeterschaltung angeschlossen werden. Zähler für Vierleiteranlagen erhalten drei messende Systeme. Das Vorhandensein mehrerer phasenverschobener Spannungen

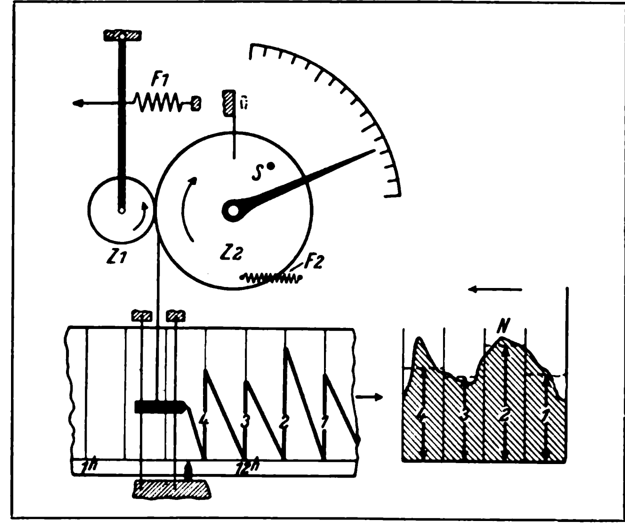


Bild 4. Schematische Darstellung eines Höchstverbrauchzählers mit angebautem Schreibwerk.
TWL

in einer Drehstromanlage gibt die Möglichkeit, die Spannungsspulen in gewissen Fällen nicht an diejenige Spannung anzulegen, die die Schaltung eigentlich erfordert. Von diesem Kunstgriff macht man bei Spezialzählern oft Gebrauch. Die Verwendung dieser Schaltungen ist praktisch völlig unbedenklich. Es muß nur betont werden, daß solche Zähler stets nach dem vorgeschriebenen Drehfeldsinn anzuschließen sind.

Außer dem den Verbrauch oder eine der oben angeführten Größen anzeigenden Zählwerk werden die Zähler oft noch mit besonderen Tarifvorrichtungen ausgestattet, von denen die wichtigsten das Doppelzählwerk, der Maximumzeiger (Höchstverbrauchzeiger), die Registriervorrichtung (Schreibvorrichtung) und das Überverbrauchzählwerk (Spitzenzählwerk) sind. Als Nebenapparate zur Betätigung dieser Tarifvorrichtungen kommen noch Schaltuhren und Kontaktrelais in Frage.

Zu den verschiedenen Tarifapparaten wäre folgendes zu sagen: Das Doppelzählwerk kommt dann in Betracht, wenn man den Verbrauch während verschiedener Zeiten z. B. bei Tag und Nacht verschieden bewertet. Die Umschaltung von einem Zählwerk auf das andere erfolgt mittels einer Schaltuhr. Der andere Fall der Verwendung des Doppelzählwerkes ist der, daß man den Blindstrom, der bei beiden Energielieferungsrichtungen auftritt, getrennt registrieren will. Da der Blindstromzähler als solcher auf die Energielieferungsrichtung nicht reagiert, so muß die Umschaltung von einem Zählwerk auf das andere durch ein wattmetrisches Relais geschehen.

Der Maximumzeiger ist ein besonders wichtiger Tarifapparat. Obwohl seine Wirkungsweise nichts Neues mehr darstellt, so möge sie trotzdem kurz behandelt werden: In Bild 4 sind die wichtigsten Teile eines solchen Höchstverbrauchszählers, und zwar mit angebautem Schreibwerk schematisch dargestellt. Es sei angenommen, daß es sich um einen kWh-Zähler handelt. Bei den anderen Zählerarten liegen die Verhältnisse entsprechend. Wir denken uns zuerst den unteren Teil der Abbildung weg. Das vom Zähler aus angetriebene Zahnrad Z 1 ist beweglich gelagert. Es befindet sich normalerweise in Eingriff mit dem Zahnrad Z 2, an dem sich der Mitnehmerstift S befindet. Es sei angenommen, daß am Anfang der Registrierperiode dieser Stift am Anschlag O anliegt und der Schleppzeiger, der durch Friktion auf der Achse von Z 2 sitzt, am Anfang der Skala steht. Ent-

Digitized by Google

sprechend der Drehung des Zählers wird dann Z 2 in der Pfeilrichtung bewegt und der Stift nimmt den Zeiger mit. Am Schlusse der Registrierperiode, meist einer Viertelstunde, wird mittels einer Relaisvorrichtung, die von einer Umschalteuhr betätigt wird, Z 1 und Z 2 außer Eingriff gebracht. Die Feder F 2 zieht Z 1 in die Anfangslage zurück. Der Schleppzeiger bleibt jedoch in der erreichten Lage stehen. Im nächsten Moment wiederholt sich durch Eingriff der beiden Zahnräder mittels Feder F 1 der Vorgang. Ist in der nächsten Registrierperiode der Verbrauch, also auch der Weg des Mitnehmers größer, so wird der Schleppzeiger ein Stück vorwärts geschoben. Solange der Zeiger nicht von Hand zurückgestellt wird, zeigt er stets den höchsten während einer Ableseperiode erreichten Verbrauch an. Die Teilung der Skala wird praktisch derart gewählt, daß nicht der Verbrauch in kWh, sondern der Höchstwert der mittleren Belastung in kW während der Registrierperiode abgelesen werden kann. Es ist besonders zu betonen, daß dieser Wert nicht identisch ist mit einer Spitze, die von einem registrierenden Wattmeter angezeigt wird. Die Verwertung einer solchen Spitze für die Verrechnung wäre unzweckmäßig, weil es bei den Bereitstellungskosten nicht auf die ganz kurzzeitigen Überlastungen ankommt. In bestimmten Fällen, insbesondere bei sehr großen Abnehmern, ist es erwünscht, nicht nur den Höchstwert der Belastung im obigen Sinn zu kennen, sondern auch die durchschnittlichen Belastungen der einzelnen Registrierperioden. Dies wird durch das Hinzufügen einer Schreibvorrichtung, die die einzelnen Wege des Mitnehmers auf einen Papierstreifen aufzeichnet, erreicht. Diese Schreibvorrichtung ist im unteren Teil der Abbildung angedeutet. Bild 5 zeigt die Außenansicht eines schreibenden Höchstverbrauchzählers Modell D 7 mr der SSW.

IV. Die Verrechnungsverfahren.

Wie aus Abschnitt II hervorgeht, ist eine genaue Anpassung der Verrechnung an die Erzeugungskosten praktisch leider nicht möglich. Man soll deshalb die Verrechnungsverfahren nicht unnütz komplizieren, sondern sich mit möglichst einfachen begnügen. Zur Feststellung des Anteiles der Bereitstellungskosten eines Abnehmers dienen Höchstverbrauchzähler. Nach dem im Abschnitt II Gesagten können jedoch mit ihnen die Bereitstellungskosten eigentlich nur sehr unvollkommen berücksichtigt werden, vielmehr ist ihr Hauptzweck, den Abnehmer zu zwingen, seine Benutzungsstundenzahl möglichst zu erhöhen. Es erscheint auch deshalb in den meisten Fällen am besten, das Maximum in Kilowatt zu bestimmen, wofür nur die Ergänzung des sowieso notwendigen kWh-Zählers durch einen Maximumzeiger und gegebenenfalls eine Schreibvorrichtung erforderlich ist. Soll beim Höchstwert auch der Blindstrom Berücksichtigung finden, so dürfte es am zweckmäßigsten sein, auch die Blindverbrauchzähler mit Maximumzeiger auszurüsten und die Verrechnung wie folgt vorzunehmen: Es wird jedes vom Maximumzeiger angezeigte Kilowatt zu einem gewissen Preis $C_{m,\,w}$ in Rechnung gestellt; desgleichen jedes vom Blindverbrauchzähler angezeigte Kilosin zu einem Preis $C_{m,\,b}$. Ein zweites empfehlenswertes Verfahren ist, daß man aus den Angaben des kWh- und ksinh-Zählers die mittlere Tangente des Phasenverschiebungswinkels bestimmt und entsprechend ihrer Größe einen prozentualen Zuschlag zu der aus den Angaben des kWh-Zählers ermittelten Gebühr festlegt. Soll nach dem Höchstwert der Kilovoltampere verrechnet werden, was



Bild 5. Schreibender Höchstverbrauchzähler D 7 mr. geschlossen. *TWL*

nach dem Obigen keine besonderen Vorteile bietet, so kann dies auf verschiedene Weise geschehen. Das vollkommenste Verrechnungs-

Digitized by Google

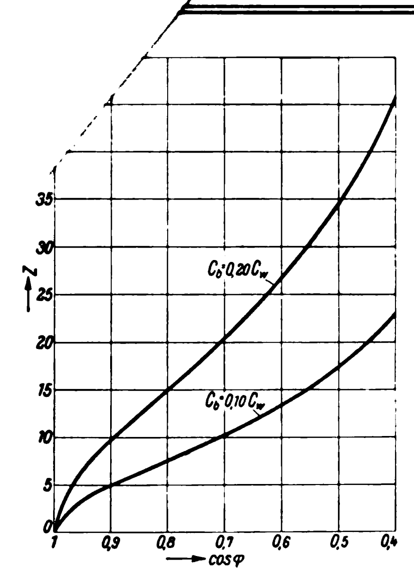


Bild 6. Preiszuschlag Z als Funktion von cos φ bei reiner Blindverbrauchverrechnung.

verfahren, das jedoch nur für Großabnehmer in Frage kommt, ist die Verwendung registrierender kWh- und ksinh-Zähler. Aus den Registrierstreifen läßt sich dann die Kilovoltamperezahl für jede Viertelstunde ermitteln. Einfacher ist die Berechnung der Kilovoltamperezahl aus den Angaben der Maximumzeiger der kWh- und ksinh-Zähler. Sie liefert theoretisch richtige Ergebnisse nur dann, wenn das Maximum der Wirk- und Blindlast in dem gleichen Moment auftritt. Diese Annahme dürfte in den meisten Fällen praktisch zutreffen, denn der höchste Blindverbrauch tritt bei der Höchstbelastung der Asynchronmotoren auf. Falls bekannt ist, daß der Leistungsfaktor des Abnehmers stets in gewissen Grenzen bleibt, beispielsweise cos φ = 0,4 ÷ 0,9, so kann ein in diesen Grenzen richtig zeigender Kilovoltamperestundenzähler mit Maximumzeiger verwendet werden. Es wurden auch mehrfach Anordnungen vorgeschlagen, bei denen mehrere solcher Zähler benutzt werden. Es ist aber von zu komplizierten Meßgeräten abzuraten. Ein brauchbarer Weg dürfte noch der sein, daß man einen kWh-Zähler und den in den Grenzen von cos φ = 0,4 ÷ 0,9 die Kilovoltampere richtig anzeigenden Zähler einbaut und für die Bemessung der festen Gebühr die Anzeige desjenigen der beiden Zähler heranzieht, dessen Maximumzeiger den höheren Stand zeigt.

Der Wirkverbrauch wird in bekannter Weise auf Grund der Angaben des kWh-Zählers verrechnet. Soll auch der Blindverbrauch berücksichtigt werden, so ist es am zweckmäßigsten, die Kilosinstunden besonders zu verrechnen. Das zweite von Bußmann vorgeschlagene Verfahren ist das, daß man von einer gewissen Phasenverschiebung α ausgeht und den Blindverbrauch, der den dieser Phasenverschiebung entsprechenden Sollwert übersteigt, dem Abnehmer in Rechnung stellt, dagegen die aufgetretene Fehlmenge vergütet. Es wird oft angenommen, daß dieses Verfahren besondere Vorteile bietet. Dies trifft jedoch nicht zu, vielmehr liefern die beiden Verfahren im Grunde genommen dieselben Ergebnisse. Dies zeigt folgende Überlegung: Bei dem ersten Verfahren (reine Blindverbrauchmessung) hat der Abnehmer für jede kWh der an ihn gelieferten Energie (positiver Wirkverbrauch) den Betrag C_w und für jede ksinh des an ihn gelieferten (positiven) Blindverbrauchs den Betrag C_b an die Zentrale zu entrichten. Für einen bestimmten Belastungsfall belaufen sich die gesamten Kosten zu:

$$K = C_w\,A + C_b\,A_b = C_w\,E\,J\cos\varphi\cdot t + C_b\,E\,J\sin\varphi\cdot t. \qquad (1)$$

Der Gesamtpreis P, der für die kWh bei der Phasenverschiebung φ zu entrichten ist, ergibt sich, wenn man die Gleichung (1) durch A bzw. $E\,J\cos\varphi\cdot t$ (Anzahl der gelieferten kWh) dividiert. Es ist also:

$$P = C_w + C_b\,\frac{A_b}{A} = C_w + C_b\,\mathrm{tg}\,\varphi. \qquad (2)$$

Der Abnehmer zahlt also einen der Tangente φ bzw. $\frac{A_b}{A}$ proportionalen Zuschlag zu dem reinen kWh-Preis. C_b wird in der Praxis als Bruchteil von C_w bzw. in Prozenten von C_w ausgedrückt. Praktisch wählt man $C_b = 0{,}05\,C_w \div 0{,}20\,C_w$, also 5 ÷ 20 v. H. von C_w. Der Zuschlag Z, bei einer Phasenverschiebung φ, errechnet sich zu:

$$Z = \frac{C_b}{C_w}\cdot\frac{A_b}{A}\cdot 100 = \frac{C_b}{C_w}\cdot\mathrm{tg}\,\varphi\cdot 100\,\%\ \text{von}\ C_w\,[1]. \qquad (3)$$

[1]) Falls C_b in Prozenten von C_w angegeben ist, so fällt der Faktor 100 weg.

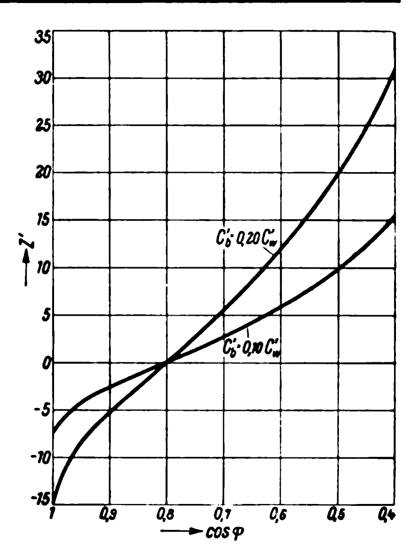


Bild 7. Preiszuschlag Z als Funktion von cos φ bei der Verrechnung nach der Bußmannschen Methode für cos α = 0,8.

Digitized by Google

Die Kurven Bild 6 zeigen die Größe von Z für $C_b = 0{,}10$ und $0{,}20 \cdot C_w$.

Bei dem Verfahren von Bußmann berechnet sich der Sollwert des Blindverbrauchs, der der „Normalphasenverschiebung" α entspricht, zu $A_{b,\mathfrak{S}} = \operatorname{tg} \alpha \cdot A$. Der Abnehmer hat den Unterschied zwischen dem tatsächlichen Blindverbrauch A_b und $A_{b,\mathfrak{S}}$ mit einem gewissen Preis C_b' für die Überschußkilosinstunde zu bezahlen. Diese „Bußmannsche Differenz" Δ ist also:

$$\Delta = A_b - A_{b,\mathfrak{S}} = A_b - \operatorname{tg} \alpha\, A = E\, J \sin \varphi \cdot t - \operatorname{tg} \alpha\, E\, J \cos \varphi \cdot t. \quad (4)$$

Die Kosten K' der Energie berechnen sich danach zu:

$$K' = C_w' A + C_b' \Delta = C_w' A + C_b' (A_b - \operatorname{tg} \alpha \cdot A) = C_w' E\, J \cos \varphi \cdot t + C_b' (E\, J \sin \varphi \cdot t - \operatorname{tg} \alpha \cdot E\, J \cos \varphi \cdot t). \quad (5)$$

Der Preis P' der kWh als Funktion von φ ergibt sich wiederum durch Division der Gleichung (5) durch den Wirkverbrauch zu:

$$P' = C_w' + C_b' \frac{\Delta}{A} = C_w' + C_b' \frac{A_b - \operatorname{tg} \alpha \cdot A}{A} = (C_w' - C_b' \operatorname{tg} \alpha) + C_b' \frac{A_b}{A} \quad (6)$$

bzw.

$$P' = (C_w' - C_b' \operatorname{tg} \alpha) + C_b' \operatorname{tg} \varphi. \quad (6a)$$

Auch C_b' wird in der Praxis allgemein in Bruchteilen oder Prozenten von C_w' ausgedrückt. Der Preiszuschlag Z' berechnet sich zu:

$$Z' = \frac{C_b'}{C_w'} \cdot \frac{\Delta}{A} \cdot 100 = \frac{C_b'}{C_w'} \cdot \frac{A_b - \operatorname{tg} \alpha \cdot A}{A} \cdot 100 \quad (7)$$

bzw.

$$Z' = \frac{C_b'}{C_w'} (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \alpha) \cdot 100\ \%\ \text{von}\ C_w'. \quad (7a)$$

In Bild 7 ist Z' für $C_b' = 0{,}10$ und $0{,}20$ von C_w' und für eine Normalphasenverschiebung $\alpha = 36{,}8°$ ($\cos \alpha = 0{,}8$, $\operatorname{tg} \alpha = 0{,}75$) aufgetragen.

Der Vergleich der für alle Belastungsfälle gültigen Ausdrücke für P (Gleichung 2) und P' (Gleichung 6) zeigt, daß die beiden Verfahren stets die gleichen Preise ergeben, wenn der ksinh-Preis C_b und der „Überschußkilosinstundenpreis" C_b' gleich gewählt werden und der kWh-Preis $C_w = C_w' - C_b' \operatorname{tg} \alpha$ ist. Die vollständige Gleichwertigkeit der beiden Verrechnungsverfahren unter den obigen Voraussetzungen zeigt sich besonders deutlich bei der Betrachtung des Verlaufes der Kurven von Z und Z'. Alle Kurven für gleiche Werte von C_b' bzw. C_b fallen zusammen, wenn man die Abszissenachse entsprechend nach oben oder unten verschiebt.

Bei diesen Betrachtungen wurde vorausgesetzt, daß für alle Werte von φ $C_b = C_b' =$ konstant ist. Wird die Größe dieser Koeffizienten für verschiedene Bereiche von φ verschieden gewählt, so ist leicht zu ersehen, daß eine Übereinstimmung von P und P' nur in einem der gewählten Bereiche von φ möglich ist. Im ganzen Bereich wäre das nur möglich, wenn man auch gleichzeitig den kWh-Preis C_w bzw. C_w' ändern würde, was praktisch kaum in Frage kommt.

Auch dann, wenn man von einem bestimmten Sollwert der Phasenverschiebung α ausgeht, gibt das Endergebnis, falls es aus den Ablesungen der Wirk- und Blindverbrauchszähler gewonnen ist, keinen Aufschluß über die während der Ableseperiode tatsächlich auftretenden Belastungsarten. Dies muß besonders betont werden, weil man oft die Ansicht vertreten findet, daß bei diesem Verfahren der Abnehmer stets bestrebt sein muß, die richtige Phasenverschiebung einzuhalten. Man gewinnt auch kaum etwas, wenn man für die Verrechnung des positiven $\triangle$, also beim Auftreten der Überschußkilosinstunden einen höheren Wert von C_b' als beim negativen $\triangle$, also einer Fehlmenge an Kilosinstunden in Rechnung stellt. Vielmehr hat es der Abnehmer stets in der Hand, durch entsprechende Einstellung des Blindstromes ein für sich günstiges Ergebnis zu erzielen, wenn er auch zeitweise die Anlage sehr ungünstig belastet hat. Dieser Nachteil, der den beiden Verrechnungsverfahren in gleicher Weise anhaftet, kann durch entsprechende Wahl der Meßgeräte gemildert werden. Am zweckmäßigsten ist es, die Blind- und Wirkverbrauchzähler mit Doppelzählwerken auszurüsten und die Verrechnung für Tag- und Nachtstunden getrennt vorzunehmen.

Falls keine besonderen Gründe dagegen sprechen, ist der getrennten Verrechnung von Wirk- und Blindverbrauch der Vorzug zu geben. Es können aber bei Tarifabschluß besondere Gründe mitspielen, die es zweckmäßig erscheinen lassen, von einer bestimmten Normalphasenverschiebung α auszugehen. Es möge noch betont werden, daß es bei dem ersten Verfahren leicht ist, den Tarif

Digitized by Google

so abzufassen, daß man in allen Fällen bei einem Abnehmer mit zwei Wirk- und zwei Blindverbrauchzählern auskommt. Ein solches Aggregat wird beispielsweise für die Verrechnung der Energie bei den Abnehmern des Bayernwerkes angewandt. Bei dem zweiten Verrechnungsverfahren ist es meist erforderlich, kompliziertere Meßgeräte zu verwenden, die ein Wirkverbrauchrelais enthalten müssen.

Neuerdings werden oft besondere Zähler empfohlen, die die Bußmannsche Differenz △ direkt messen. Obwohl sie den Vorteil haben, daß sie das positive und negative △ getrennt registrieren, so ist von ihrer Verwendung abzuraten, denn sie registrieren keine physikalisch eindeutig bestimmte Größe. Sie werden auch von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zur Beglaubigung nicht zugelassen. Diese Tatsache ist beachtenswert, weil die Verwendung von nicht beglaubigungsfähigen Zählern leicht Anlaß zu Schwierigkeiten mit den Abnehmern gibt. Es möge hier erwähnt werden, daß auch die Kilovoltamperestundenzähler, Amperequadratstundenzähler u. dgl. nicht beglaubigungsfähig sind. Es ist ein großes Verdienst von Bußmann, zur Berücksichtigung des Blindstromes die Kilosinstundenzähler heranzuziehen. Der Übergang zu den Überschußkilosinstundenzählern bedeutet, wenn man sich an das Verrechnungsverfahren von Bußmann anschließt, nicht einen Fortschritt, sondern einen Rückschritt. Es werden deshalb auch beim Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk, wo das Buß'mannsche Verfahren zum ersten Male zur Anwendung kam, ausschließlich reine Blindverbrauchzähler benutzt.

Es werden auch Zähler gebaut, die die Summe des Wirkverbrauches und eines bestimmten Teiles des Blindverbrauches anzeigen. Solche Zähler sollen getrennte Wirk- und Blindverbrauchzähler ersetzen. Ihre Verwendung ist gleichfalls unter allen Umständen zu verwerfen. Es muß daran festgehalten werden, daß die wichtigste Größe, nämlich der Wirkverbrauch, in Kilowattstunden getrennt bestimmt werden kann.

Schlußbemerkungen.

Wie eingangs erwähnt, hat sich der Verfasser in dem obigen Aufsatz das Ziel gesetzt, einen Überblick über den gegenwärtigen Stand der Blindstromfrage zu geben sowie Richtlinien für die zweckmäßige Wahl der Verrechnungsverfahren und der hierzu erforderlichen Meßgeräte aufzustellen. Der Aufsatz soll in erweiterter Form als Sonderabdruck erscheinen, wobei dann auch die für die Praxis wichtigen Einzelheiten über die Wahl der zweckmäßigsten Verrechnungsverfahren und Meßgeräte für die verschiedenen Fälle näher erörtert werden. An dieser Stelle möge nur nochmals betont werden, daß es am zweckmäßigsten sein dürfte, neben den Wirkverbrauchzählern als Meßgeräte für die Berücksichtigung des Blindstromes nur reine Blindverbrauchzähler zu verwenden und, wenn keine triftigen Gründe dagegen sprechen, die Tarifverträge so abzufassen, daß man nur zwischen positivem und negativem Wirk- und Blindstrom unterscheidet. Man kommt in diesem Fall stets, also auch bei gegenseitiger Belieferung zweier Werke, mit dem einfachsten und betriebssichersten Zähleraggregat bestehend aus zwei Wirk- und zwei Blindverbrauchzählern aus. Die Höchstbelastung wird am zweckmäßigsten nach wie vor auf Grund der Ablesung von Maximumzeigern an den Wirkverbrauchzählern berücksichtigt.

Über den Aufbau, die Berechnung und die Bemessung von Gefäßförderungen

Von Dipl.-Ing. Carl M. Roeren, Abteilung Industrie der SSW.
Auszug aus der Dr.-Ing. Dissertation

Als Hauptschachtförderungen werden bisher Schalenförderungen wegen ihrer außerordentlichen Anpassungsfähigkeit an die Betriebsverhältnisse des Bergbaues über und unter Tage fast ausschließlich verwendet. Diese bevorzugte Stellung ist ihnen so lange vorbehalten, als sie den steigenden Bedarf an Bergbauerzeugnissen durch Erhöhung der Förderleistung decken können, und zwar unter Berücksichtigung der für derartige Betriebe nötigen mechanischen Festigkeit der Maschinenteile, der erforderlichen Betriebssicherheit und unter Einhaltung der zulässigen Grenzen der Wirtschaftlichkeit.

Digitized by Google

Die Erhöhung der Förderleistung konnte durch zwei Mittel erreicht werden: 1. durch Erhöhung der Nutzlast, 2. durch Abkürzung der Zugzeit, einerseits durch Steigerung der Fördergeschwindigkeit, andererseits durch Verringerung der Pausen. Der hierdurch festgelegte Weg der Entwicklung erzwang schließlich die Vermehrung der Wagenzahl bis auf zwölf je Schale und die Erhöhung der Fördergeschwindigkeit in Einzelfällen bis auf 30 m/s. Damit hat die Entwicklung der Schalenfördermaschinen ihr Ende erreicht.

Es besteht daher die Aufgabe, eine Fördereinrichtung zu suchen, die große Förderleistungen, besonders auch aus Teufen jenseits der 1000m-Grenze, zu bewältigen vermag, den bergtechnischen Rücksichten gerecht wird und den Bedingungen eines neuzeitlichen und wirtschaftlichen Betriebes entspricht.

Da die Grenze der Schalenförderung einerseits durch die Tragfähigkeit der Seile, andererseits durch die zeitlichen und mechanischen Einflüsse bestimmt ist, die bei Fördereinrichtungen mit wechselnder Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung unvermeidlich sind, so liegt der Gedanke nahe, vor allen Dingen stetige Förderungen, und zwar ohne mechanische Träger des Fördergutes, z. B. Luft, Wasser usw., zu benutzen. Derartige stetige Förderanlagen sind aber für spezifisch schweres, ungleichmäßiges und grobkörniges Fördergut ungeeignet und scheiden wegen ihres schlechten mechanischen Wirkungsgrades aus der Betrachtung aus. Auf Einzelbehälter und ihren mechanischen Antrieb kann also nicht verzichtet werden.

Es ist nun denkbar, daß einzelne Behälter sich mit eigener Kraft auf festen Bahnen fortbewegen, und zwar ohne Richtungsänderung in einem geschlossenen Linienzug, oder auch, daß in gleicher Weise mehrere Behälter von einer Zugmaschine gezogen werden, nach DRP 151 307 „Fördereinrichtung für ununterbrochene horizontale und vertikale Förderung". Derartige Fördereinrichtungen haben den grundsätzlichen Nachteil, daß die Totgewichte der Antriebsmaschinen mit gehoben werden müssen und dadurch ein Teil der Hubleistung verloren geht. Allerdings kann dieser Nachteil bei elektrischem Antrieb dieser Maschinen durch Rückarbeiten der abwärtsgehenden Lokomotive auf das Netz ausgeglichen werden. Solche Anlagen sind aber sowohl in der Anschaffung als auch im Betriebe äußerst kostspielig, da viele vollständige Förderzüge für größere Förderleistungen erforderlich sind. Sie müssen entweder einzeln geführt oder bei führerlosem Betrieb durch ein verwickeltes Sicherheits- und Blocksystem nach Art der Horizontalbahnen vor Betriebsstörungen geschützt werden. Die Vielheit der Antriebe ergibt in diesem Falle eine erhöhte Unsicherheit und stellt außerdem die Wirtschaftlichkeit in Frage.

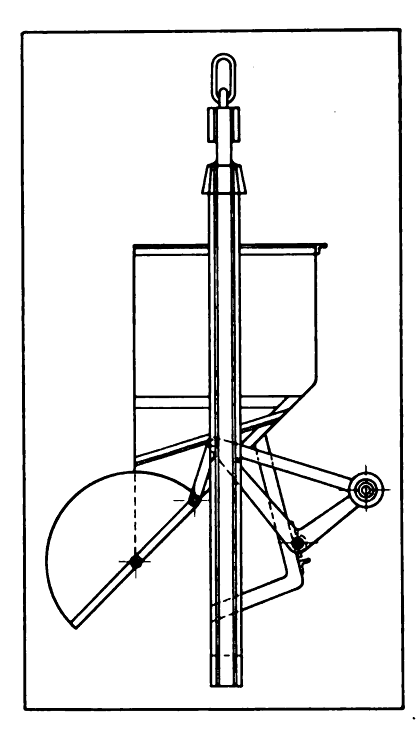
Diese Überlegungen zeigen, daß nach dem augenblicklichen Stande der Technik Seilmaschinen mit wechselnder Bewegungsrichtung die einzige Lösung für Hauptschachtförderungen bilden. Diese Erkenntnis gibt gleichzeitig die Grundlinie an, auf der die Weiterentwicklung der Fördereinrichtung stattzufinden hat. 1. Die Ausnutzung der Förderseile ist zu steigern und 2. Das Gewichtsverhältnis zwischen der eigentlichen Nutzlast und ihrem Träger ist zu verbessern. Die dadurch erreichbaren Gewichtsersparnisse kommen der dritten Forderung zugute, die sich auf die Verminderung der durch die wechselnde Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit bedingten unvermeidlichen Massenwirkungen bezieht. Durch die Entwicklung und Verbesserung der ältesten im Bergbau bekannten Fördereinrichtung, der Kübel- oder Gefäßförderung, können die gestellten Forderungen erfüllt werden. Wie sich ihr Aufbau und ihre Berechnung unter Berücksichtigung der erwähnten Bedingungen gestalten, welche Förderleistungen sich auch bei großen Teufen durch sie erreichen lassen, und für welchen Verwendungsbereich sie zweckmäßig erscheint, soll im nachstehenden untersucht werden.

Die Gefäße.

Die Gefäße oder Kübel (Skips) sind die wesentlichsten Teile dieser Fördereinrichtung. Sie geben ihr nicht nur den Namen, sondern von ihrer Durchbildung und ihrer Betriebsweise hängen auch die Anordnung und die Betriebsweise der zur Förderanlage gehörenden Nebeneinrichtungen ab. Sie sind für die gesamte Nutzlast eines Zuges bemessen. Ihre Gestalt und Größe wird vorzugsweise durch die Art und Menge des Fördergutes und weiter durch die Form des Schachtquerschnittes und die besonderen Betriebsverhältnisse der Grube bestimmt.

Grundsätzlich sind solche Gefäße zu unterscheiden, die in Anlehnung an die Schalen-

Digitized by Google

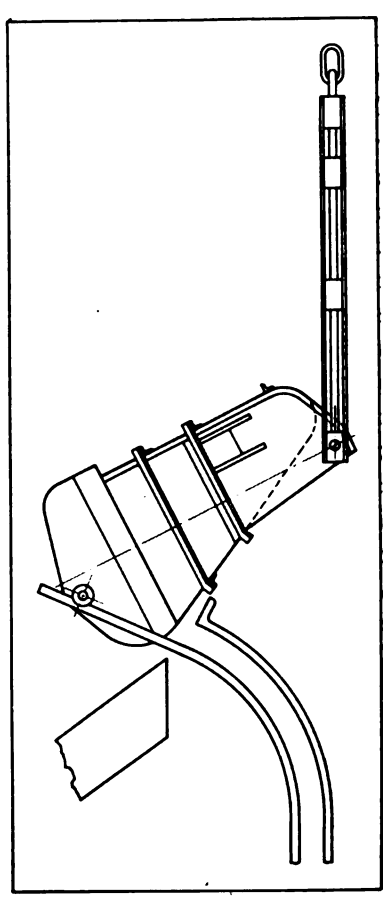

Bild 1. Skip für Bodenentleerung, Verschluß geöffnet.

förderung in einem besonderen Fördergestell untergebracht werden, und solche, die mit dem Förderseil fest verbunden sind. Die Gefäße der ersten Art werden vorzugsweise dann benutzt, wenn die Gefahr besteht, wertvolles Fördergut infolge häufigen Umladens zu verschütten oder durch Abtrieb zu verschlechtern. Vom Seil lösbare Gefäße geben also die Möglichkeit, das Fördergut vom Gewinnungsort unter Tage ohne Umladung an den Bestimmungsort über Tage zu überführen.

Treten die erwähnten Rücksichten auf das Fördergut nicht so sehr in den Vordergrund, so sind unbedingt Gefäße zu bevorzugen, die fest mit dem Förderseil verbunden sind. Da diese Gefäße den Schachtquerschnitt nicht verlassen, so sind besondere Einrichtungen vorzusehen, die ihnen das Fördergut zuführen. Außerdem sind die Gefäße selbst so durchzubilden, daß ihre Entleerung außerhalb des Schachtquerschnittes schnell und sicher erfolgen kann. Für die Entleerung steht entweder der Boden-, der Seitenquerschnitt oder aber der obere Füllquerschnitt zur Verfügung. Je nachdem Boden- oder Füllquerschnittentleerung gewählt wird, ergeben sich zwei grundsätzlich verschiedene Typen von Gefäßen; ihre besondere Art beeinflußt wiederum die mechanische Durchbildung der Verlade- und Umladeeinrichtungen, sowie das Fassungsvermögen, die Ausnutzung des Schachtquerschnittes und die Steuerung der Fördermaschine.

Bei der ersten Art der Gefäße, deren Entleerung durch eine Boden- oder Seitenklappe geschieht, wird keine Verschiebung des Gefäßes aus der Fahrtlage benötigt. Zur Überleitung des Fördergutes über den Schachtquerschnitt hinaus wird entweder eine besondere Schurre unter die Auslauföffnung des Gefäßes geschoben, oder die Verschlußklappe selbst wird als Schurre benutzt. Letztere Anordnung hat den Vorzug, die Bewegungen des Verschlusses durch Leitkurven selbsttätig und zwangläufig in Abhängigkeit von der Stellung des Fördergefäßes im Schacht einstellen zu können, wodurch das genaue Öffnen und sichere Schließen des Gefäßes erreicht wird. Bild 1 zeigt die Ansicht einer amerikanischen Ausführung eines solchen Gefäßes nach Allan und Garcia, einen sogenannten Leply-Skip mit Bodenverschluß und Kniehebelzuhaltung.

Die Entleerung der zweiten Art der Gefäße wird in der ursprünglichsten und einfachsten Weise durch Kippen vorgenommen, weshalb sie auch als Kippkübel oder Kippgefäße bezeichnet werden. Da der ursprünglich von Hand durchgeführte Entleerungsvorgang bei den durch die steigende Förderleistung bedingten größeren und schwereren Gefäßen unmöglich ist, führt die Weiterentwicklung zwangläufig zur Mechanisierung des Kippvorganges. Sie beschränkt sich nicht nur darauf, die vollkommene Lösung des Gefäßes vom Seil und seine Entfernung vom Schacht zu vermeiden, sondern auch die Entleerung schon während der Bewegung der Fördermaschine, und zwar ohne Umsteuerung zu erreichen. In Bild 2 ist die Ansicht eines derartigen Kübels amerikanischer Ausführung dargestellt.


Bild 2. Kippkübel, Entleerungsstellung.

Digitized by Google

Der Hauptvorzug der Gefäßförderung vor anderen mechanischen Fördereinrichtungen, das geringe Eigengewicht des Kübels, ist durch die Zusammenfassung der Nutzlast in einem Behälter und dessen einfache Form bedingt. Die Gewichte der Kübel für verschiedene Nutzlasten lassen sich nur annähernd angeben, da schon das spezifische Gewicht des Fördergutes insofern einen Einfluß hat, als das Fassungsvermögen der Kübel und dadurch die räumlichen Abmessungen bei gleichbleibender Nutzlast verschieden sind. Außerdem unterliegen auch die Gewichte der Gefäße einer Veränderung, je nachdem die Art des Kübels und seine Form gewählt werden. Bild 3 zeigt Gewichte von Gefäßen ausgeführter amerikanischer Anlagen in v. H. der Nutzlast und zwar von Kippkübeln für Kohle und Blaugrund.

Die Unterbringung der gesamten Nutzlast in einem einzigen Behälter und die Möglichkeit, Beschickung und Entleerung sturzartig vorzunehmen, haben den Vorteil der außerordentlichen Abkürzung der zwischen zwei Zügen liegenden Pausen zur Folge, zumal auch das bei Schalenförderungen meist erforderliche Umsetzen sich erübrigt. Nach Allan und Garcia liegen die Sturzzeiten für Kohle bei 5 bis 13 t Nutzlast zwischen 5 und 8 s, so daß im allgemeinen in erster Annäherung die Zeit der Pausen in Sekunden, nach der Nutzlast in Tonnen festzulegen ist. Eine genauere Bestimmung der Pausen erscheint nicht erforderlich, da sie nur einen Bruchteil der gesamten Förderzeit bei den kleinen Geschwindigkeiten, die für Gefäßförderungen in Frage kommen, beanspruchen.

Obgleich die Gefäßförderung in ihrer ursprünglichen Durchbildung lediglich zum Heben von

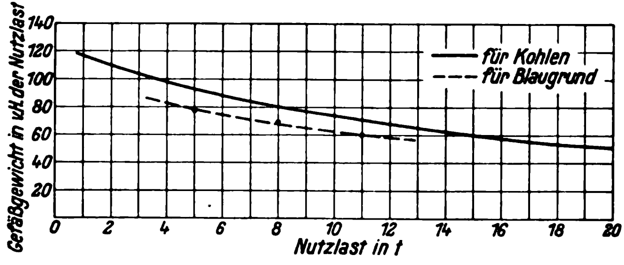


Bild 3. Gefäßgewichte in Abhängigkeit von der Nutzlast.

Fördergut benutzt wird, läßt sich in vielen Fällen ihre Verwendung zur Nebenförderung (Personen, Material, Berge) nicht umgehen. Dazu müssen

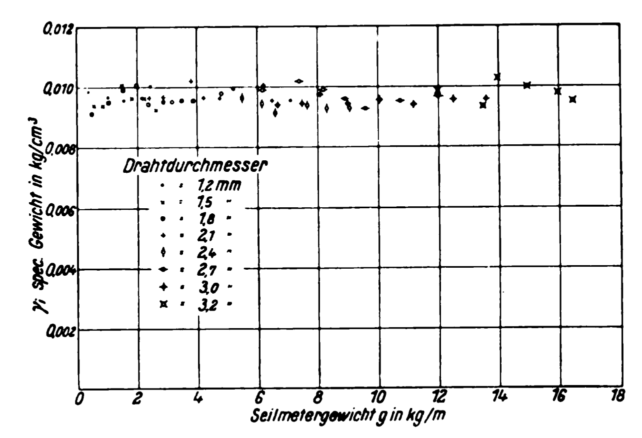


Bild 4. γ_1 in Abhängigkeit vom Seilmetergewicht und Drahtdurchmesser für runde Förderseile mit Längsschlag.

dann sowohl an den Gefäßen als auch an den übrigen Einrichtungen der Förderanlage besondere Vorkehrungen getroffen werden. Grundsätzlich ist jedoch zu bemerken, daß derartige zusätzliche Einrichtungen den Aufbau der Förderanlage ungünstig beeinflussen und außerdem ihre Ausnutzung herabsetzen.

Die Förderseile, ihre Wahl und Berechnung.

Die Seilfrage ist für die Gefäßförderung von besonderer Bedeutung, da ihre einwandfreie Lösung erst die Erreichung großer Nutzlasten und dadurch großer Förderleistungen vorzugsweise aus großen Teufen ermöglicht. Infolgedessen muß auf die Berechnung und die Bemessung der Seile mit Rücksicht auf die besonderen Betriebsverhältnisse der Gefäßförderung eingegangen werden, um zweckentsprechende und gut ausgenutzte Seile zu erhalten. Dies ist um so wichtiger, als die konstruktive Durchbildung der Fördermaschinen und die Größe der Antriebsmaschinen von den Seilabmessungen ausschlaggebender beeinflußt werden als bei Schalenförderung.

Wenn auch die Seile den verschiedensten Beanspruchungen unterworfen sind, die ihren Verschleiß beeinflussen, so sind doch die Hauptbeanspruchungen in den Überanstrengungen durch Stöße zu suchen, die ihre Ablegung vorzeitig veranlassen. Die durch die Überanstrengungen hervorgerufenen Ermüdungserscheinungen wirken ebenfalls auf die Lebensdauer der Seile ungünstig ein. Wie groß diese Stöße sein können, und

Digitized by Google

wie dauernd sie auftreten, haben die Untersuchungen der Seile während der Fahrt von Jahnke und Keinath deutlich bewiesen[1]).

Die stoßweisen Beanspruchungen treten bei Gefäßförderungen wegen der besonderen Betriebsbedingungen nur in sehr geringem Maße auf.

Die großen Nutzlasten, die bei Gefäßförderungen möglich sind, ergeben auch bei großer Teufe geringe Fördergeschwindigkeiten und außerdem eine bedeutend geringere Zahl der Förderzüge als bei einer Schalenförderung gleicher Leistung. Seilschwingungen, die bei Schalenförderungen durch die sich in der Schale bewegenden Wagen eingeleitet werden, fallen bei Gefäßen mit ruhender Last und tiefliegendem Schwerpunkt fast völlig fort. Vor allen Dingen erübrigt sich das Umsetzen und die Verwendung von Aufsatzvorrichtungen, die sehr oft als Ursache der Hauptbeanspruchungen anzusehen sind. Infolgedessen sind nicht nur während des einzelnen Zuges die Seilbeanspruchungen geringer, sondern auch beim Anfahren und Bremsen fallen die unvermeidlichen Stöße weniger ins Gewicht. Besonders ist aber noch zu berücksichtigen, daß der zurückgelegte Weg und die damit verbundene dauernde Abnutzung der Seile, bezogen auf eine Schalenförderung gleicher Leistung, für Gefäßförderungen bedeutend kleiner ist. Diese Gründe lassen die Forderung berechtigt erscheinen, eine höhere rechnerische Beanspruchung der Seile zuzulassen, ohne daß dadurch ihre Betriebssicherheit und Lebensdauer vermindert werden.

Bekanntlich werden bei der Berechnung der Förderseile lediglich die Beanspruchungen auf Zug und Biegung unter gewissen vereinfachten Annahmen zugrunde gelegt. Die komplizierte Form der Seile wird dabei außer acht gelassen, und lediglich ein Drahtbündel von parallelen Drähten mit einem bestimmten spezifischen Gewicht angenommen, das bei ruhender Belastung auf Zug berechnet wird. Die zusätzlichen dynamischen, mechanischen und chemischen Beanspruchungen werden durch einen Sicherheitsfaktor berücksichtigt, der sich durch Erfahrungen und Versuche ergeben hat und durch bergpolizeiliche Vorschriften für verschiedene Verhältnisse festgelegt ist.

[1]) Dingl. Pol. J. 1921, S. 297.

Die Berechnung der Seile geschieht meistens nach der Gleichung:

$$1)\qquad \frac{k_z}{\sigma} \cdot f = N + T + G \text{ [kg]}.$$

Darin bedeutet:

f	der tragende Querschnitt . . .	cm^2
N	die Nutzlast	kg
T	Totlast	kg
k_z	Zugfestigkeit	kg/mm^2
σ	die nominelle Zugsicherheit	
G	das Seilgewicht eines Seiltrums .	kg

Wie sich aus den weiteren Untersuchungen ergibt, ist jedoch für die Berechnung und Bemessung der Fördermaschine das Seilmetergewicht g maßgebend.

Aus Gleichung 1) kann das Seilmetergewicht leicht berechnet werden durch Einführung einer neuen Größe γ_i. Diese ergibt sich aus den Seiltafeln als Quotient aus dem Seilmetergewicht g und dem tragenden Querschnitt des Seiles f; also ist

$$2)\qquad \gamma_i = \frac{g}{f} \text{ [kgm}^{-1}\text{cm}^{-2}].$$

Da das Gewicht eines Seiltrums $G = g \cdot H$ ist, worin H die Teufe bedeutet, so ist nach Gleichung 2) $G = \gamma_i \cdot f \cdot H$. Durch Multiplikation der Gleichung 1) mit γ_i ergibt sich dann

$$3)\qquad \frac{k_z}{\sigma} \cdot \gamma_i \cdot f = \gamma_i (N + T + \gamma_i \cdot f \cdot H).$$

Das Seilmetergewicht geht also aus der Gleichung

$$4)\qquad g = \frac{N + T}{\frac{k_z}{\gamma_i\,\sigma} - H} \text{ [kg/m]}$$

hervor.

Die Größen N, T und H sind beim Entwurf von Fördermaschinen bekannt, so daß auf das Gewicht und die Abmessungen des Seiles nur der Ausdruck $\frac{k_z}{\gamma_i\,\sigma}$ Einfluß hat. Nun ist $\frac{k_z}{\gamma_i}$ die Reißlänge, d. h. jene Länge, bei der das Seil sich noch selbst trägt. Der σ-Teil der Reißlänge stellt dann die sogenannte „Traglänge" dar, die im folgenden mit c bezeichnet werden soll. Die Traglänge c ist, wie sich später zeigt, für den konstruktiven Aufbau der Fördermaschine von ausschlaggebender Bedeutung. Wird c in Gleichung 4) eingeführt, so folgt

$$5)\qquad g = \frac{N + T}{c - H} \text{ [kg/m]}.$$

Untersucht man die Traglängen c der Seile ausgeführter Schalenfördermaschinen, so ergeben

Digitized by Google

sich erhebliche Schwankungen, die durch die Veränderlichkeit der Größen k_z γ_i und σ hervorgerufen werden. Während früher eine Zugfestigkeit k_z von 130 bis 150 kg/mm² gebräuchlich war, werden heute hauptsächlich Seile von 170 bis 180 kg/mm² benutzt, wie „die Untersuchungen der Seilprüfungsstelle des Oberbergamts Bezirk Dortmund während der Jahre 1915 bis 1919" zeigen[1]). γ_i ist hauptsächlich von der Konstruktion der Seile beeinflußt und schwankt, wenn es in Abhängigkeit vom Seilmetergewicht aufgetragen wird, für die einzelne Seilmachart in sehr geringen Grenzen; Bild 4 zeigt γ_i für runde Förderseile mit Längsschlag.

Schwieriger ist die Frage der Seilsicherheit σ zu entscheiden.

Die Verschiedenheit dieses Faktors in den verschiedenen Ländern und selbst in den verschiedenen Bergrevieren des gleichen Landes deutet auf die Unsicherheit hin, die in der Wahl dieser Größe liegt. Die Seilsicherheitsfrage ist während der letzten Jahre in breiter Öffentlichkeit von Fachleuten eingehend erörtert worden, hat jedoch bis heute noch keine einheitliche Lösung gefunden.

Wenn keiner der eingehend begründeten Vorschläge bisher Anklang gefunden hat, so ist in Zukunft doch sicher mit einer Verminderung der Anfangssicherheit der Seile bei fortschreitendem Abbau zu rechnen. Für Gefäßförderungen kann unter Berücksichtigung der günstigen Betriebsbedingungen eine sechsfache Sicherheit beim Auflegen als untere Grenze für reine Produktenfördermaschinen als genügend angenommen werden.

Bild 5 gibt eine Übersicht über die gebräuchlichsten Traglängen ausgeführter Anlagen, die eine deutliche Steigerung der c-Werte mit wachsender Teufe erkennen läßt. Als Mittelwert kann $c = 2000$ angenommen werden.

Die Auffindung der Traglänge bei gegebenem größtem k_z, γ_i und σ wird durch das Nomogramm Bild 6 erleichtert. Obgleich für Hauptfördermaschinen fast ausschließlich Rundseile benutzt werden, so zeigt die nähere Untersuchung, daß bei Gefäßförderungen Flachseile in Verbindung mit Koepe-Scheiben vorteilhaft verwendet werden können.

[1]) Glückauf 1922, S. 527.

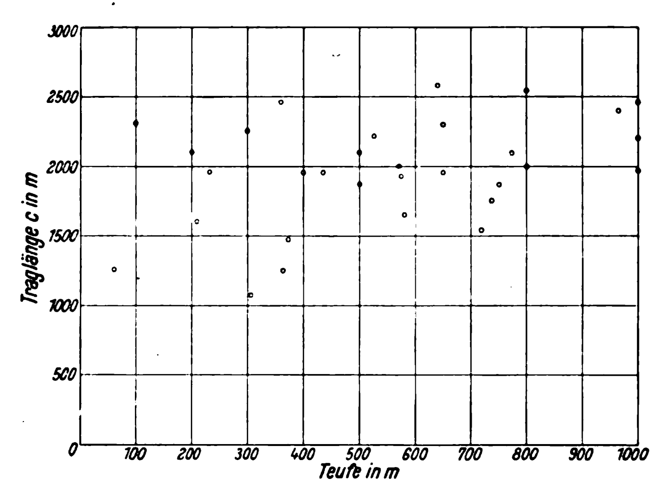


Bild 5. Traglängen c von Rundseilen ausgeführter Förderanlagen.

Untersuchung über den Seiltrieb unter besonderer Berücksichtigung von Treibscheibenanordnungen mit gleich schwerem Unterteil.

Die Art und Anordnung des Seiltriebes von Gefäßförderungen unterscheiden sich nicht grundsätzlich von denen anderer Fördermaschinen. Der Durchmesser des Treibmittels ist nach Festlegung des Seiles gegeben, da mit Rücksicht auf die Biegungsbeanspruchungen der Krümmungshalbmesser nicht zu gering bemessen werden darf. Erfahrungsgemäß wird der 100fache Seildurchmesser oder der 1000fache Drahtdurchmesser zugrunde gelegt. Bei stark ausgenutztem Seil mit hoher nomineller Zugbeanspruchung ist außerdem die Flächenpressung zwischen Seil und Lauffläche nachzuprüfen.

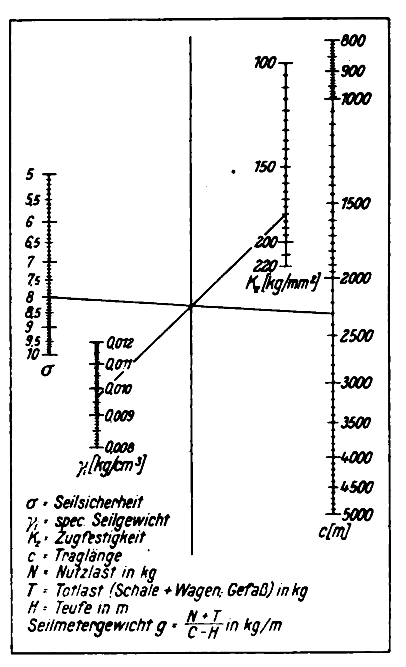


Bild 6. Nomogramm zur Seilberechnung.

Unter den Treibmitteln werden in Deutschland Koepe-Scheiben bevorzugt, besonders dort,

Digitized by Google

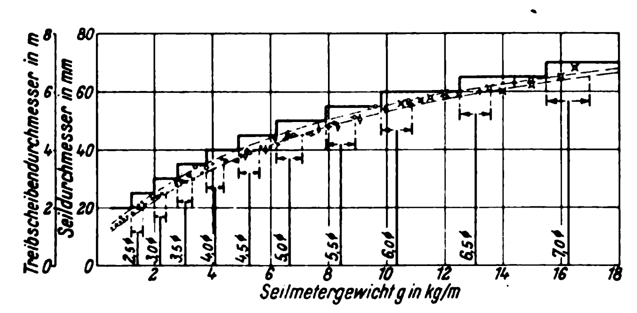


Bild 7. Abhängigkeit des Seil- und Treibscheibendurchmessers vom Seilmetergewicht g.

wo der Abbau in größere Teufen vordringt. Diese Tatsache ist durch die einfache Seilanordnung und Seilführung, sowie durch die Beschränkung der Gewichte und Massen bei dieser Förderart zu erklären. Da jedoch die Kraftübertragung auf das Seil lediglich auf der Reibung zwischen Seil und Treibscheibe beruht, und der Seilzug das Fahrtdiagramm der Maschine ausschlaggebend beeinflußt, muß die Seilrutschgefahr im allgemeinen und bei Gefäßförderungen wegen der bei dieser Maschine auftretenden besonderen Gewichtsverhältnisse eingehend untersucht werden.

Die Mitnahmefähigkeit der Treibscheiben hängt bei gleichbleibendem Seilumschlingungswinkel α und Reibungskoeffizienten μ von der Differenz der Spannungen an den beiden Seilenden ab. Die Seilspannungen werden außer von den statischen Gewichten durch die dynamischen Wirkungen der vom Seil angetriebenen Massen bei Bewegungsänderungen sowie durch die Schachtreibung hervorgerufen. Dabei ist die Richtung der Einzelkräfte von dem Betriebszustand der Fördermaschine abhängig; ihre Wirkung tritt besonders während der Beschleunigungen und Verzögerungen auf.

Wenn es für den entwerfenden Ingenieur schon nicht leicht ist, den Einfluß der einzelnen Kräfte bei den verschiedenen Seilanordnungen und Betriebsverhältnissen zu erfassen, so war es bisher unmöglich, die Wirkung von Abweichungen der einzelnen Rechnungsgrößen oder konstruktiven Änderungen allgemein und eindeutig zu bestimmen. Gelingt die Klärung dieser Verhältnisse, so müssen sich sowohl für Seiltriebe mit Koepe-Scheiben im besonderen als auch für Fördermaschinen im allgemeinen Richtlinien ergeben, die für den Aufbau und den Betrieb dieser Maschinen von großer Wichtigkeit sind.

Die Lösung dieser Aufgabe wird dadurch erreicht, daß es gelingt, die einzelnen wirksamen Kräfte auf eine Größe, und zwar auf das Seilmetergewicht g zurückzuführen, so daß sich die Kräfte als Produkt aus g und einer oder mehreren Konstanten darstellen.

Aus Gleichung 2 ergibt sich:

$$g\,(c - H) = N + T \quad [\mathrm{kg}]. \tag{6}$$

Da $g \cdot H = G$ das Gesamtgewicht eines Seiltrums, gemessen vom Füllort bis zur Seilscheibe, darstellt, so kann das Seilmetergewicht auch durch folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$g = \frac{N + T + G}{c} \quad [\mathrm{kg/m}]. \tag{7}$$

Diese Gleichung besagt, daß die Seilbelastung des Lasttrums dem Seilgewicht, multipliziert mit der Traglänge, gleich ist, und daß bei konstanter Traglänge das Seilmetergewicht der Lasttrumbelastung proportional ist.

Weiter wird die Spannung an den Seilenden durch die Massen der vom Seil angetriebenen Seilscheibe beeinflußt, und zwar wirkt das quadratisch auf den Umfang der Seilscheibe bezogene Seilscheibengewicht. Der Seilscheibendurchmesser wird dabei kleiner als der Treibscheibendurchmesser gewählt, da das Seil nur einen verhältnismäßig geringen Bogen der Seilscheibe umschlingt. Gewöhnlich beträgt die Differenz etwa 1 m. Da der Seildurchmesser nach Bild 7 vom Seilmetergewicht abhängig ist, so ist nach den erwähnten Richtlinien jedem Seilmetergewicht auch ein bestimmter Treibscheiben-

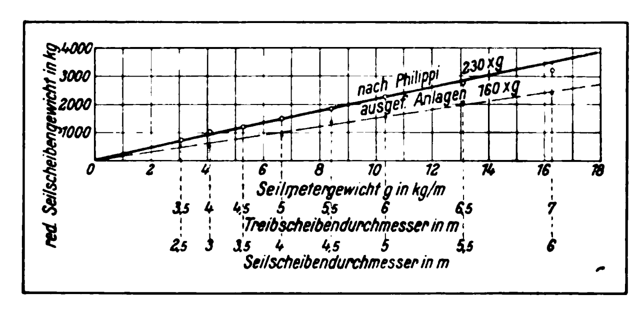


Bild 8. Abhängigkeit zwischen Seilmetergewicht und den quadratischen auf den Umfang reduzierten Seilscheibengewichten.

durchmesser zugewiesen. Trägt man in ein Koordinatensystem mit dem Seilmetergewicht als Abszisse die auf den Umfang reduzierten Seil-

Digitized by Google

scheibengewichte ein, und zwar auf Grund der nach Bild 7 für die einzelnen Seilgewichte gefundenen Treibscheibendurchmesser, so ergibt die Verbindungslinie dieser Punkte eine Gerade, die durch den Koordinaten-Anfangspunkt geht, wie Bild 8 zeigt. Das reduzierte Seilscheibengewicht Su läßt sich also ebenfalls als Funktion des Seilmetergewichts ausdrücken. Die Gleichung lautet allgemein

$$Su = g \cdot k_1 \text{ [kg]}. \quad (8)$$

Der Faktor k_1 schwankt etwa zwischen 160 und 230. Der untere Wert gilt für leichte, der obere für schwerere Ausführung der Seilscheiben.

(Schluß folgt.)

Das Werner-Siemens-Institut für Röntgenforschung

Mitgeteilt von der Lit. Abt. der Siemens & Halske A.-G.

Sind die Erzeugnisse eines industriellen Unternehmens lediglich für technische Verwendungszwecke bestimmt, so ist es in den weitaus meisten Fällen möglich, in eigenen Laboratorien und Versuchswerkstätten die Fragen physikalischer und technischer Art zu untersuchen und zu klären, die vor und bei der Herstellung eines Apparats auftreten. In den eigenen Betrieben befindet sich auch meist eine Stelle, an der ein Erzeugnis auf seine praktische Brauchbarkeit geprüft werden kann. Anders ist es, wenn die Apparate für Zwecke benutzt werden sollen, die mit der eigentlichen Technik nicht oder nur mittelbar im Zusammenhang stehen. Elektromedizinische Einrichtungen z. B., insbesondere solche für die medizinische Anwendung von Röntgenstrahlen, sind nicht nur nach rein physikalischen und technischen Gesichtspunkten durchzubilden, sondern es treten bei der Konstruktion auch Fragen auf, die in die Grenzgebiete von Physik und Medizin fallen oder ganz in das der Medizin gehören und die beantwortet werden müssen, wenn man eine möglichst vollkommene Einrichtung schaffen will. In ihrem Bestreben, dieses Ziel zu erreichen, hat die Siemens & Halske A.-G. von jeher Wert darauf gelegt, ihre Erzeugnisse nicht nur den Bedürfnissen der Praxis anzupassen, sondern die von ihr bearbeiteten Gebiete auch wissenschaftlich nach jeder Richtung hin zu durchdringen. Das auf dem Gebiete der Röntgenstrahlenanwendung, besonders zu therapeutischen Zwecken, zu tun, war ihr in den eigenen Laboratorien und Anstalten nicht möglich. Ihr lag deshalb daran, mit einem medizinisch-wissenschaftlichen Institut in nähere Verbindung zu treten, das dem Gebiete der Röntgentherapie besondere Aufmerksamkeit zuwendet.

Nun war es schon längere Zeit der Wunsch der städtischen Behörden Berlins, die Röntgenabteilung des Krankenhauses Moabit zu erweitern und besonders durch leistungsfähige Einrichtungen für die Röntgentherapie vollkommener auszugestalten. Was daran hinderte, waren die fehlenden Mittel für die Beschaffung der notwendigen Apparate und Einrichtungen.

Da gab im Jahre 1922 der Direktor dieses Krankenhauses, Geheimrat Professor Klemperer, die Anregung, die Röntgenabteilung des Krankenhauses zu einem wissenschaftlichen Forschungsinstitut für Röntgenstrahlen auszubauen, und er wandte sich an die Siemens & Halske A.-G. mit dem Vorschlag, ein solches Institut mit den erforderlichen Röntgenanlagen und Hilfseinrichtungen auszustatten. Der Vorschlag wurde günstig aufgenommen, und da auch die Stadtverwaltung dem Plane geneigt war, für den insbesondere auch Stadtmedizinalrat Dr. Rabnow eintrat, so kam schließlich ein Vertrag zustande, der die Gründung des Forschungsinstituts sicherte.

Nach diesem Vertrage stellte die Stadt Berlin auf dem Gelände des Krankenhauses Moabit Grund und Boden sowie die Gebäude für das Institut zur Verfügung; S & H übernahmen es, die Gebäude instandzusetzen und mit den erforderlichen Einrichtungen zu versehen. Da das Institut in erster Linie der Krankenbehandlung dienen soll, ist es als eine besondere Abteilung des Krankenhauses Moabit dem Direktor dieser Anstalt unterstellt. Die Stadt Berlin trägt die Kosten für den Betrieb des Instituts und stellt das ärztliche und Bedienungspersonal. Der Charakter als medizinische Forschungsstätte ist dadurch gewahrt, daß das Institut in Dr. med. Frik einen selbständigen, von den anderen Abteilungen des Krankenhauses dauernd unabhängigen Leiter erhalten hat, dem Gelegenheit gegeben ist, selbständige Forschungsarbeit zu betreiben und auch lehrend tätig zu sein. Der


Digitized by Google



Bild 1. Werner-Siemens-Institut für Röntgenforschung. Ansicht der drei Baracken, in denen das Institut untergebracht ist.

Anteil von S & H besteht nicht nur darin, daß die Firma die Apparate und Hilfseinrichtungen stellt, sondern auch darin, daß sie geeignete Kräfte für die Ausführung physikalischer Untersuchungen überweist. Das Institut ist am 22. März d. J. dem Betrieb übergeben worden und hat auf Vorschlag der Stadt Berlin, die damit den Begründer der Firma besonders ehren wollte, den Namen „Werner-Siemens-Institut für Röntgenforschung" erhalten. Hat Werner v. Siemens die Entdeckung der Röntgenstrahlen auch nicht mehr erlebt, so ist es doch sein Geist, der Geist des Verbindens wissenschaftlicher Forschung mit praktischer Tätigkeit, der das Institut ins Leben gerufen hat und der darin lebendig bleiben soll.

Für die Zwecke des Instituts hat die Stadt Berlin drei der auf dem Gelände des Krankenhauses Moabit gelegenen, bereits im Jahre 1870 errichteten Baracken (Bild 1) überwiesen. Die S & H A.-G. hat sie durch Querbauten verbinden und so ausbauen lassen, wie es die Zwecke des Instituts erforderten. Auf besondere architektonische Ausgestaltung Mittel zu verwenden, erlaubten die Zeitverhältnisse nicht. So schmucklos und einfach die Gebäude im Äußern auch wirken, um so größere Sorgfalt ist auf die zweckmäßige Einrichtung und die Ausrüstung mit den neuesten Röntgenapparaten verwendet. Durch die Zahl der benutzten Baracken ergab sich von vornherein eine Dreiteilung der Anlage. Die eine Baracke dient in der Hauptsache den Zwecken der Verwaltung, die zweite enthält die Räume für die therapeutische, die dritte die für die diagnostische Anwendung der Röntgenstrahlen. Die verbindenden Querbauten vermitteln zwischen den drei Baracken einen bequemen Verkehr, der von einem Bedienungsraum im Mittelbau aus leicht überwacht werden kann. An den Querbauten liegen auch die Waschräume und Toiletten.

In dem Verwaltungsbau liegen an einem Korridor, der sich an einer Längswand des Gebäudes hinzieht, rechts vom Haupteingang ein Anmelderaum, der zugleich das Vorzimmer des Direktors ist, je ein Zimmer für den Direktor, den Oberarzt und einen Arzt. Am Ende des Korridors befindet sich ein Laboratorium für histologische und biologische Untersuchungen. Wendet man sich vom Eingang nach links, so gelangt man an einem für die Aufbewahrung von Platten mit Röntgenaufnahmen bestimmten Zimmer vorbei in einen kleinen Hörsaal (Bild 2), der dem Direktor des Instituts für seine Lehrtätigkeit und zum Halten von Vorträgen zur Verfügung steht. An den Hörsaal schließt sich ein Laboratorium, das physikalischen und Röntgenuntersuchungen dient.

Die zweite und dritte Baracke sind für die Anwendung der Röntgenstrahlen in Krankheitsfällen bestimmt. Dabei ist eine Teilung vorgenommen worden. In der zweiten Baracke, dem Therapiebau, werden die Kranken mit Röntgenstrahlen behandelt, in der dritten, dem Diagnostikbau, benutzt man die Röntgenstrahlen zur Untersuchung der Kranken. Der Therapiebau enthält drei Behandlungsräume mit



Bild 2. Hörsaal und Blick in das physikalische und röntgenologische Laboratorium.

Warteräumen und Ankleidekojen und zwei Röntgenanlagen mit je einem Maschinen- und einem Bedienungsraum.

Digitized by Google

Im Diagnostikbau liegen an einem seitlichen Korridor, der zugleich als Warteraum dient, drei Räume für Durchleuchtungen und photographische Aufnahmen. Zwischen ihnen ist die Dunkelkammer (Bild 3) zur Bearbeitung der photographischen Platten angeordnet, die mit allen neueren Hilfseinrichtungen ausgerüstet und durch Lichtschleusen jederzeit zugänglich ist. Zwei Maschinenräume und Bedienungsräume dazu sowie ein Aufenthaltsraum für die Röntgenschwestern nehmen den übrigen Teil des Gebäudes ein. Bei Durchleuchtungen und photographischen Aufnahmen sind die Behandlungsräume verdunkelt; die Bedienungsräume sind jedoch hell und übersichtlich.



Bild 3. Dunkelkammer im Diagnostikbau.

Röntgenstrahlen-Erzeuger.

Röntgenstrahlen entstehen bekanntlich in ganz oder wenigstens fast ganz luftleeren Glasröhren mit zwei Elektroden, wenn die von der negativen Elektrode ausgehenden Strahlen (Kathodenstrahlen) auf einen in ihre Bahn gestellten festen Körper (Antikathode) treffen. Um die Kathodenstrahlen zu erzeugen, muß man an die Elektroden der Glasröhre eine hohe Gleichspannung legen.

Die hohe Gleichspannung gewinnt man ganz allgemein dadurch, daß man zunächst eine hohe Wechselspannung herstellt und diese auf irgendeine Weise in eine Gleichspannung umwandelt. Der älteste Apparat zur Erzeugung der benötigten Hochspannung ist der Funkeninduktor. Führt man der primären Wicklung eines Funkeninduktors einen intermittierenden Gleichstrom zu, so entsteht in der sekundären Wicklung bei jeder Unterbrechung des Gleichstroms ein Stromstoß hoher Spannung, dem bei jedem Schließen des Gleichstroms ein entgegengesetzt gerichteter folgt. Der Schließungsstrom wird durch eine besondere Einrichtung am Funkeninduktor nach Möglichkeit unterdrückt; den Öffnungsstrom führt man der Röntgenröhre zu, und um sicher zu verhindern, daß Schließungsstrom in die Röhre gelangt, legt man in die Zuleitungen entweder eine rotierende Ventilfunkenstrecke oder eine sogenannte Ventilröhre, die den Strom nur in einer Richtung durchläßt. Der Funkeninduktor hat auch heute noch Bedeutung für die Röntgentechnik, und eine Röntgenapparatur mit Funkeninduktor ist auch in der Therapieabteilung des Werner-Siemens-Instituts aufgestellt. Der primären Wicklung des Induktors wird der intermittierende Gleichstrom über einen Quecksilberunterbrecher zugeführt, bei dem die Unterbrechung in einer Gasatmosphäre erfolgt.

Wie man durch eine rotierende Kontaktvorrichtung niedrig gespannten Wechselstrom in Gleichstrom umwandeln kann, kann man auch den von einem Transformator gelieferten hochgespannten Wechselstrom mit einem umlaufenden mechanischen Apparat in Gleichstrom umwandeln und zum Betrieb von Röntgenröhren verwenden. Nach diesem Verfahren arbeitet ein in der Diagnostikabteilung des Werner-Siemens-Instituts aufgestellter Apparat, der ebenso wie der schon erwähnte Therapie-Induktorapparat bereits vorher in der Röntgenstation des Krankenhauses Moabit benutzt worden ist.

In neuerer Zeit sucht man die mechanischen Gleichrichter zu vermeiden. Die Röntgenapparate hatten sich zu großen Maschinenanlagen ausgewachsen, deren Geräusche dazu nötigten, sie aus den Behandlungsräumen zu entfernen und in besonderen Maschinenräumen aufzustellen. Die Möglichkeit, zu Gleichrichter-Einrichtungen ohne umlaufende Maschinen zu gelangen, bot die Entwicklung der sogenannten Glühkathoden-Ventilröhren.

Ist eine mit zwei Elektroden versehene Glasröhre ganz oder fast ganz luftleer gemacht, so läßt sie auch bei hohen Spannungen keinen Strom hindurch. Erhitzt man jedoch die eine Elektrode bis zu starker Glut, so ist die Röhre dann stromleitend, wenn die glühende Elektrode Kathode

Digitized by Google

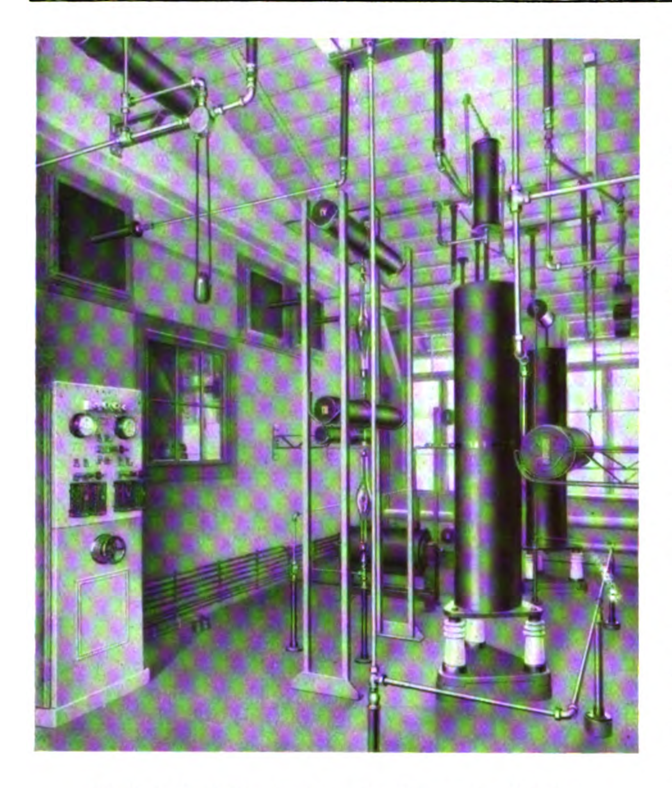


Bild 4. Stabilivoltanlage im Therapiegebäude.

ist. Von einer kalten Kathode zur glühenden Anode geht kein Strom über.

Schaltet man eine solche Glühventilröhre in die Strombahn eines Wechselstroms, so läßt die Röhre nur die eine Halbwelle des Wechselstroms durch. Diese Erscheinung ist bei der Durchbildung eines neuen großen Apparats verwendet worden, der in der Diagnostikabteilung des Werner-Siemens-Instituts aufgestellt ist. Auch der Röntgenapparat in dem physikalischen und Röntgenlaboratorium ist nach den gleichen Grundsätzen gebaut.

Durch eine geeignete Zusammenschaltung von Glühventilröhren und Kondensatoren kann man erreichen, daß beide Halbwellen des Wechselstroms für den Betrieb einer Röntgenröhre ausgenutzt werden, daß man hierbei eine etwa doppelt so hohe Spannung erhält, als wenn man nur eine Halbwelle ausnutzt, und daß die Gleichspannung kontinuierlich und nahezu konstant ist. Das ist bei dem in der Therapieabteilung aufgestellten Stabilivolt (Bild 4) geschehen. Die vom Stabilivolt gelieferte gleichmäßige hohe Gleichspannung hat zur Folge, daß auch das von der Röntgenröhre gelieferte Strahlengemisch dauernd gleichmäßig zusammengesetzt ist, namentlich die der angelegten Spannung entsprechenden härtesten Strahlen dauernd in gleicher Menge enthält; Röhren, die mit intermittierendem Gleichstrom betrieben werden, liefern dagegen eine in der Zusammensetzung fortwährend wechselnde Mischung von harten und weichen Röntgenstrahlen. Die härtesten Strahlen sind darin nur in der kurzen Zeit, in der die Spannung ihren Höchstwert erreicht hat, enthalten. Die mit dem Stabilivolt zu erzielende Strahlenausbeute ermöglicht es, die Behandlungszeiten abzukürzen.

Daß die Apparate mit Glühventilröhren im Gegensatz zu anderen völlig geräuschlos arbeiten und daß, weil sich keine nitrosen Gase bilden können, die Luft rein bleibt, sind besondere Vorzüge dieser neueren Röntgenapparate.

In der Diagnostik- wie in der Therapieabteilung des Werner-Siemens-Instituts sind die Maschinenräume, d. h. die Räume, in denen der hochgespannte Gleichstrom erzeugt wird, von den Behandlungsräumen vollständig getrennt. In einem weiteren besonderen Raum, der vollkommen strahlensicher gebaut ist, sind die Bedienungs- und Regeleinrichtungen und die erforderlichen Meßgeräte untergebracht (Bild 5).

Eins der wichtigsten Meßgeräte ist der Röntgendosismesser, mit dem in der Therapieabteilung die dem Kranken verabfolgte Röntgendosis dauernd überwacht werden kann. Das auf einem physikalisch einwandfreien Prinzip beruhende Meßgerät ermöglicht es, die Sekundendosis durch den Ausschlag eines Zeigerinstruments festzustellen. Die Angaben des Meßgerätes sind von der Dauer der Einschaltung und der Bestrahlung unabhängig. Man vermag daher die Dosis während der ganzen Dauer einer therapeu-



Bild 5. Bedienungsraum in der Therapieabteilung.

Digitized by Google

tischen Sitzung nachzuprüfen. Der Dosismesser ist zu Messungen am Patienten selbst und zu solchen an einem Wasserphantom gleich gut geeignet und bei allen in der Praxis vorkommenden Fokalabständen, Körpertiefen, Strahlenhärten, Intensitäten, Filterungen und Feldgrößen brauchbar. Besonders vorteilhaft ist, daß der Dosismesser wegen seiner einfachen Handhabung auch vom Hilfspersonal ohne Schwierigkeit bedient werden kann, daß er leicht transportabel und daß es möglich ist, die Ablesungen auch an einem vom Bestrahlungsplatz entfernten Orte, z. B. im Bedienungsraum oder im Zimmer des Arztes, vorzunehmen.

Röhrengeräte.

In der Therapie kommt es darauf an, Röntgenröhre und Patienten in die richtige Lage zueinander zu bringen, so daß die von der Antikathode ausgehenden Röntgenstrahlen den Körper an jener Stelle treffen oder in sie eindringen, die den Einwirkungen der Strahlen ausgesetzt werden soll. Dazu bieten sich verschiedene Möglichkeiten: man lagert den Patienten fest und bringt die bewegliche Röntgenröhre in die gewünschte Stellung, oder man gibt der Röhre eine feste Lagerung und bringt den Patienten in die gewünschte Stellung zur Röhre. Das ist allerdings nicht so zu verstehen, als ob der festgelagerte Teil eine ganz unveränderliche Stellung habe; in begrenztem Umfange beweglich ist während der Einstellung im ersten Fall auch der Patient, im andern auch die Röntgenröhre. Während der Dauer der Bestrahlung soll die gegenseitige Lage von Röhre und Patient nicht geändert werden.

Zum Lagern der Patienten werden in den Therapie-Behandlungsräumen zweckmäßig gebaute Lagerungstische benutzt. Um mit der beweglichen Röntgenröhre an die zu bestrahlende Stelle herankommen zu können, spannt man die Röhre in ein Stativ ein. Bei den in den Behandlungsräumen für Tiefentherapie benutzten Säulenstativen (Bild 6) läßt sich die Röhre um zwei zueinander senkrechte Achsen und um die Stativachse drehen sowie in senkrechter und wagerechter Richtung verschieben. Alle verstellbaren Teile des Stativs sind leicht beweglich und auch feststellbar. Die Röhre kann genau zentriert werden. Durch einen besonderen Röhrenbehälter ist nach allen Seiten ein guter Strahlenschutz erreicht. Daß der Kranke mit einem Metallteil in Berührung kommt, der sich etwa mit Hochspannung aufladen könnte, ist unmöglich.

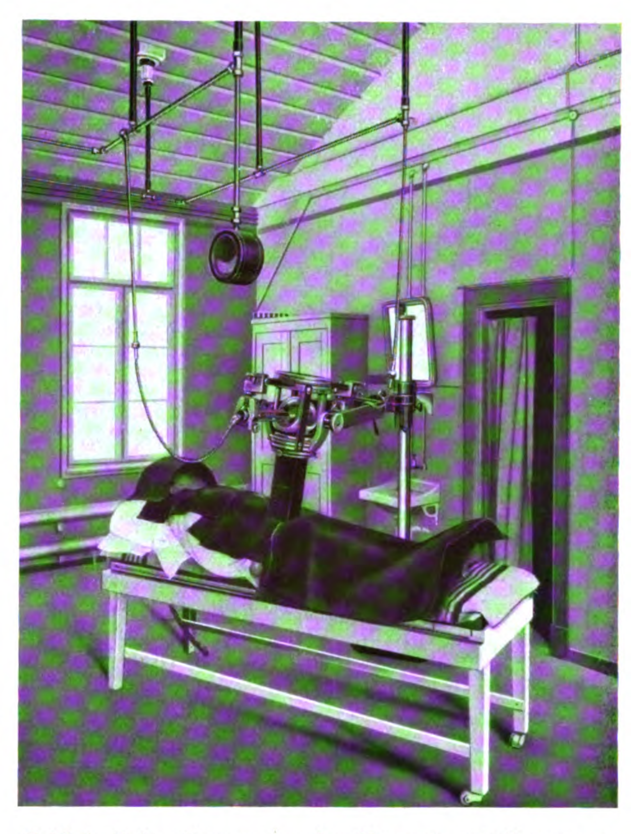


Bild 6. Behandlungsraum für Therapie mit Lagerungstisch und Säulenstativ.

Während bei der Verwendung von Stativen die Röhre in die für die Behandlung am meisten geeignete Stellung zum Patienten gebracht wird, ist in einem Behandlungsraum der andere Weg eingeschlagen, den Patienten in die geeignete Stellung zur Röhre zu bringen. Der Röhrenbehälter ist hier so erweitert, daß er den Röhrenträger, die ganze Röntgenröhre und die Zuleitungen aufnimmt (Bild 7). Er ist dadurch zu einem großen Kasten geworden, der, aus Bleiblech hergestellt, an der Zwischenwand zwischen Maschinenraum und Behandlungsraum befestigt ist und in diesen hineinragt. An der Vorderseite enthält er unten eine bewegliche, mit Blei armierte Blende in Form einer Kugelkalotte, die in der Mitte die Austrittsöffnung für die Röntgenstrahlen hat. Durch Drehen der Kugelkalotte vermag man den Zentralstrahl bis zu 30° aus der Senkrechten abzulenken. Die Größe

Digitized by Google



Bild 7. Bestrahlungskasten im Behandlungsraum für Therapie.

Zu seiner Beruhigung trägt es bei, daß sich Personen in seiner Nähe aufhalten und nicht während der Dauer der Behandlung durch Schutzwände oder Mauern von ihm getrennt sind.

Während es in der Therapie darauf ankommt, Röntgenröhre und Patienten in die richtige Stellung zueinander zu bringen, ist in der Röntgendiagnostik außerdem dafür zu sorgen, daß auch der Leuchtschirm oder die Aufnahmekassette die richtige Stellung zur Röntgenröhre und zum Patienten hat. Regel ist es hier, dem Patienten eine bestimmte Stellung zu geben und die Röntgenröhre und in Abhängigkeit davon Leuchtschirm und Kassette möglichst beweglich zu machen.

Die Diagnostikabteilung des Werner-Siemens-Instituts enthält verschiedenartige Stative für diagnostische Zwecke, so z. B. das Trochoskop nach Dr. Lorenz. Von neueren Stativen sind besonders zwei Siemens-Universalstative zu erwähnen. Derartige Stative sind für Durchleuchtungen und Aufnahmen an stehenden, sitzenden oder liegenden Patienten verwendbar. Bei der Untersuchung liegender Patienten kann die Durchleuchtung von oben oder von unten her erfolgen. Durch eine besondere Zusatzeinrichtung lassen sich auch Ferndurchleuchtungen und Fernaufnahmen des Herzens mit dem Stativ machen. Wegen seiner vielseitigen

der Austrittsöffnung läßt sich mit Hilfe einer Schiebeblende in weiten Grenzen ändern. Durch einen Abdeckschieber kann man sie auch ganz abschließen. Da die Röntgenröhre verhältnismäßig wenig bewegbar ist, wird für den Patienten ein besonderer Lagerungstisch benutzt, dessen Platte in senkrechter und wagerechter Richtung leicht verstellbar ist.

Diese Anordnung gewährt den Vorteil, daß der Kranke, der Arzt und das Pflegepersonal gegen Röntgenstrahlen, Ozon, nitrose Gase und Hochspannung sicher geschützt sind. Arzt und Personal können sich daher während der ganzen Dauer der Behandlung ungefährdet, und ohne sich besonders schützen zu müssen, im Behandlungsraum aufhalten. Von dem Kranken wird die Behandlung besser vertragen, weil die Luft im Behandlungsraum rein bleibt und nicht unangenehm auf ihn einwirkt.



Bild 8. Siemens-Universal-Stativ und Bucky-Aufnahmeblende in der Diagnostikabteilung.

Digitized by Google

Verwendbarkeit ist das Universalstativ ebensosehr für den Chirurgen wie für den Internisten geeignet. Den Anforderungen des letzteren entsprechend ist das Siemens-Diagnostikstativ gebaut, mit dem sich Durchleuchtungen und Aufnahmen am stehenden und sitzenden Patienten machen lassen (Bild 8).

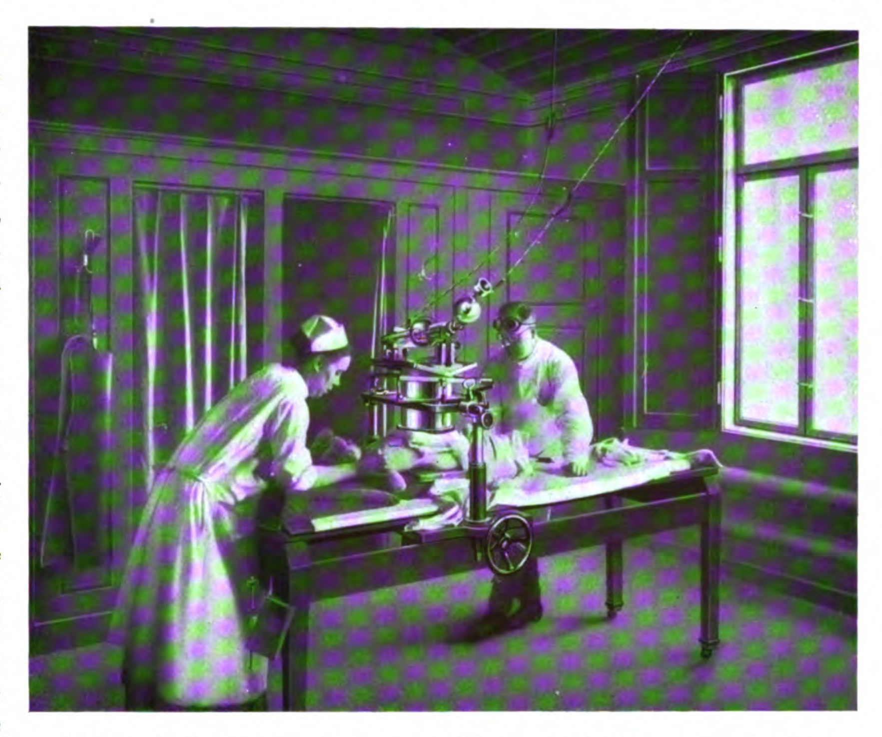


Bild 9. Aufnahme mit Kompressionsblende in der Diagnostikabteilung.

Wie die Röntgenstrahlenerzeuger und die Röhrengeräte, so entsprechen in der Diagnostik- wie in der Therapieabteilung auch die übrigen Einrichtungen dem neuesten Stande der Wissenschaften. Man findet ausreichend Meßgeräte zur Überwachung von Stromstärke und Spannung, Blenden verschiedener Art, wie z. B. die bekannte Kompressionsblende nach Albers-Schönberg oder die für die Diagnostik unentbehrlichen Blenden nach Dr. Bucky. Ein Röntgenbild auf dem Beleuchtungsschirm oder der photographischen Platte ist um so besser, je schärfer und kontrastreicher es ist. Durch die an jeder Stelle des durchstrahlten Körperteils entstehenden sekundären Röntgenstrahlen werden die Bilder im allgemeinen ungünstig beeinflußt, verschleiert. Nach dem von Dr. Bucky angegebenen Verfahren ist es möglich, die sekundäre Strahlung von dem Schirm oder der Platte zum größten Teil fernzuhalten und dadurch kontrastreichere und auch schärfere Bilder zu erhalten. Im Siemens-Institut werden sowohl die Wabenblende für Durchleuchtungen als auch die bewegliche Blende für Aufnahmen benutzt (Bild 9).

Bei Durchleuchtungen zur Untersuchung der Kranken ist der Untersuchungsraum verdunkelt. Die Ergebnisse der Beobachtungen, die der Arzt hier macht, diktiert er der Schwester, die sich in dem hellen Bedienungsraum aufhält. Hierfür ist eine lautsprechende Telephonanlage vorhanden, durch die eine sehr gute Verständigung zwischen Arzt und Schwester erreicht ist.

Dem Verkehr zwischen den einzelnen Räumen des Instituts dient eine Selbstanschluß-Fernsprechanlage; einheitliche Zeitangaben sind durch eine elektrische Uhrenanlage gewährleistet.

Eine neuzeitliche Färberei-Entnebelungsanlage

Von Obering. A. Michel, Techn. Bureau Berlin der SSW.

Die wirksame Entnebelung von Färbereien ist eine so schwierige Aufgabe, daß sie bis vor kurzem keine wirklich einwandfreie Lösung gefunden hatte. Dies wird verständlich, wenn man sich die in Färbereien herrschenden Betriebsbedingungen vergegenwärtigt: verhältnismäßig kleine Räume, der Boden dicht besetzt mit großen, oben offenen Bottichen, die mit kochender Flüssigkeit gefüllt und mit Rührwerken versehen sind. Bei dem fortgesetzten Kochen der meist säurehaltigen Farbflüssigkeit ist die Folge eine außerordentlich starke Wrasenbildung, die, wenn keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden, den ganzen Raum in kürzester Frist vollständig mit dichtem Nebel erfüllt. Dieser ätzende Nebeldampf erschwert nicht nur die Arbeit in dem Raume, indem die Leute nichts sehen können, sondern ist auch

Digitized by Google

gesundheitsschädlich und führt zu Erkrankungen der Atmungsorgane und zu häufigen und gefährlichen Erkältungen.

Daneben findet natürlich an der Decke und an den Wänden ein dauernder Niederschlag der im Nebeldunst enthaltenen Feuchtigkeit statt;

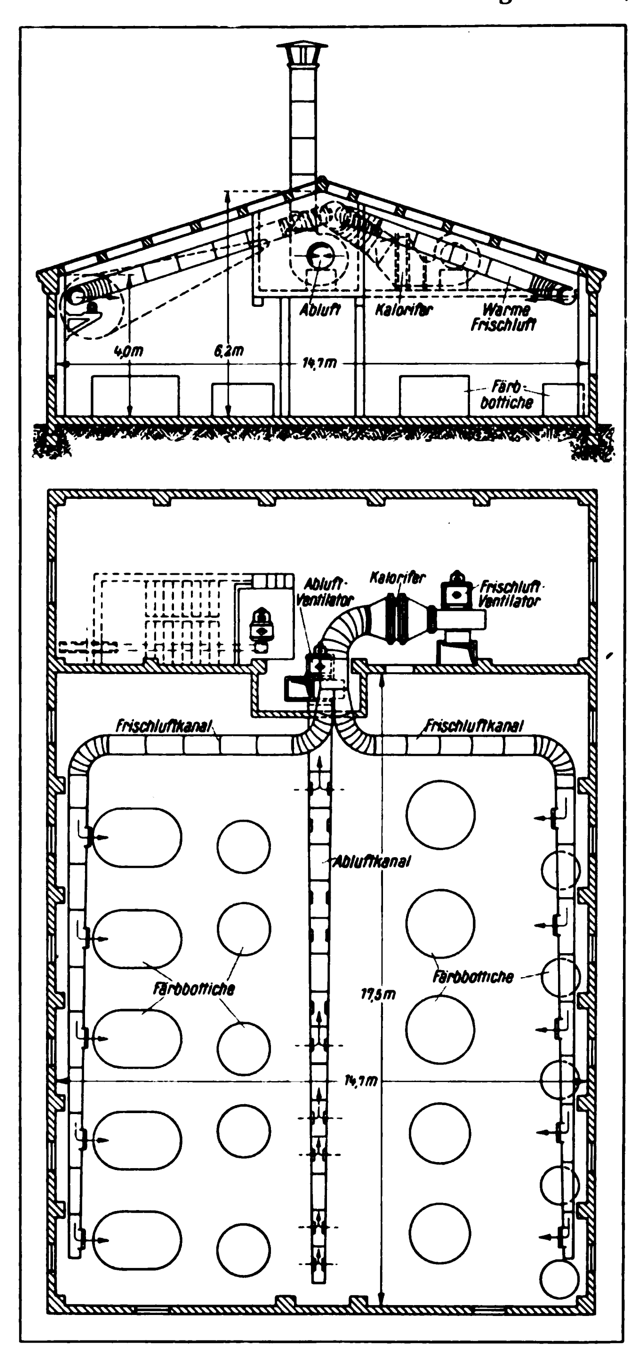


Bild 1. Färberei mit Entnebelungsanlage.

Decke und Mauerwerk werden durchfeuchtet und tropfen. Der Tropfenfall kann leicht die Ware beschädigen und bei Frostwetter den äußeren Wandputz durch Abfrieren zerstören. Vorbedingung ist daher bei allen Färbereien, Wäschereien und ähnlichen Anlagen, die Wasserdampf entwickeln, ein gut isolierendes, glattes Dach ohne Rippen und Vermeidung jedes porösen Baustoffes bei Dach und Wänden.

Ist diese Vorbedingung gegeben, so kann mit Aussicht auf Erfolg an die Bekämpfung des Nebels selbst gedacht werden. Theoretisch ist diese sehr einfach: man braucht nur heiße Frischluft in genügender Menge in den Raum zu blasen; sie nimmt die Feuchtigkeit auf, und der Nebel verschwindet. Leider ist aber die fast in allen Fällen eintretende weitere Folge die, daß die Raumtemperatur eine solche Höhe erreicht, daß sie bei der feuchtheißen Luft für die Arbeiter unerträglich wird. An diesem Fehler kranken fast alle bisher versuchten Färberei-Entnebelungsanlagen.

Gleichwohl läßt sich die Aufgabe mit verhältnismäßig einfachen Mitteln vollkommen lösen, wenn nur die Anlage als Ganzes richtig gestaltet wird. Wie dies geschehen kann, soll im nachstehenden gezeigt werden, und zwar an Hand einiger Angaben über die im Jahre 1921 von den SSW ausgerüstete neue Färberei der Hutfabrik von Max Basch in Luckenwalde. Sie ist in Bild 1 im Querschnitt und Grundriß dargestellt. Ihre Grundfläche beträgt 14,7 × 17,3 m, und der Raum ist auf beiden Seiten eines Mittelganges, wie aus dem Grundriß ersichtlich, mit Färbebottichen verschiedener Art und Größe besetzt. Demgemäß entsteht der Nebelwrasen zu beiden Seiten des Mittelganges, und dem paßt sich die Entnebelungsanlage an. Diese besteht aus zwei getrennten Teilen: einer Warm-Frischluft-Zuführungs- und einer Sattluft-Abführungsanlage, die, beide zusammenwirkend, den angestrebten Erfolg der völligen Entnebelung des Gesamtraumes erzielen.

Die Warmluft wird durch einen Ventilatorsatz erzeugt, dessen Ventilator frische Luft von außen ansaugt und durch einen mit Dampf von 2 at geheizten Lamellen-Luftheiz-Kalorifer und durch ein Rohrsystem in den Färbereiraum bläst. Die Warmluftleitung gabelt sich in zwei Stränge, von denen jeder oben an einer der Außenwände entlangführt und durch schräg nach oben gerichtete Ausblasöffnungen die Luft austreten läßt. Dadurch streicht die Warmluft

Digitized by Google

unter dem Dache entlang schräg nach oben, saugt dabei die Feuchtigkeit auf und verhütet den Nebel.

Sobald die warme, jetzt mit Feuchtigkeit gesättigte Luft in die Nähe der Dachmitte gelangt, gerät sie in den Saugbereich der Abluftleitung, die in Gestalt eines geraden Stranges unterhalb des Dachfirstes den ganzen Raum durchzieht, und wird von dieser durch den Abluftventilator über das Dach ins Freie befördert. Auf diese Weise wird die Sattluft auf dem schnellsten Wege aus dem Färbereiraume entfernt, so daß sich weder die in ihr enthaltene Feuchtigkeit wieder ausscheiden, noch auch die Raumtemperatur eine unerwünschte Höhe annehmen kann.

Die beiden Ventilatorsätze sind in einem Neben-Dachraume untergebracht, wo sie vor Feuchtigkeit und allen sonstigen unerwünschten Einflüssen gut geschützt sind, so daß auch die Antriebsmotoren offen ausgeführt werden konnten.

Die stärkste Nebelbildung entsteht stets im Herbst und Winter, aber auch in den anderen Jahreszeiten treten bei starken und längeren Niederschlägen Nebelbildungen ein. Um sich nun den jeweiligen Witterungs- und Betriebsverhältnissen anpassen zu können, sind die Ventilatorsätze elektrisch regelbar eingerichtet worden. Aber auch in dem Rohrleitungsnetz kann durch Klappen und Schieber die Luftmenge geregelt werden.

Mehrere in der ungünstigsten Jahreszeit, also bei stärkster Nebelbildung, vorgenommene Versuche zeigten das Ergebnis, daß bei Außerbetriebsetzung der Entnebelungsanlage nach etwa 7 Minuten der ganze Raum derart mit Wrasen gefüllt war, daß auf etwa 1 m Entfernung nichts mehr zu erkennen war. Nach Wiedereinschaltung der Ventilatoren war dann der vorher dicht mit Nebel angefüllte Raum in etwa 3 Minuten wieder vollständig durchsichtig und klar.

Der Betrieb der Anlage hat gezeigt, daß gegenüber den großen hygienischen und betrieblichen Vorteilen der Energieaufwand für die Ventilatorsätze und der Heizdampfbedarf des Kalorifers keine Rolle spielen. Diese Betriebskosten tun dem vollen wirtschaftlichen Erfolg der Anlage, der sich namentlich in der durch den einwandfreien Arbeitsraum ermöglichten größeren Leistungsfähigkeit der gesamten Färbereianlage zeigt, keinen Abbruch, zumal sie zum größten Teil an sich schon für die unbedingt nötige Verhütung des Tropfenfalles hätten aufgewendet werden müssen.

KLEINE MITTEILUNGEN

Transformatoren.

Von den bei den SSW in letzter Zeit eingegangenen Aufträgen auf große Transformatoren sind die nachfolgenden besonders erwähnenswert:

Die Aufstellung von Hochspannungs-Apparaten im Freien wird jetzt auch in Deutschland immer häufiger, so haben sich die Städtischen Elektrizitätswerke in Berlin entschlossen, für ihr Kraftwerk Moabit zwei Freiluft-Transformatoren zu bestellen, die sich zur Zeit in Arbeit befinden. Die Transformatoren werden gebaut für eine Leistung von je 20000 kVA bei einem Übersetzungsverhältnis von 30000 auf 6000 V. Es dürften dies die ersten großen Freiluft-Transformatoren sein, die in Norddeutschland aufgestellt werden.

Die Großkraftwerk Franken Aktiengesellschaft, Nürnberg, hat den SSW einen selbstkühlenden Drehstrom-Öltransformator für eine Durchgangsleistung von 25000 kVA bestellt. Das Gewicht des Transformators einschließlich Ölkonservator und Ölfüllung beträgt 23410 kg, das Ölgewicht allein etwa 8400 kg. Der Transformator ist so bemessen, daß er bei einer höchstmöglichen Kurzschlußleistung von 1,2 Millionen kVA den mechanischen Beanspruchungen noch gewachsen ist. Er wird als Zusatz-Transformator dienen, und zwar für Erhöhung der vom Umspannwerk Stein des Bayernwerks zugeführten Spannung von 20000 V auf 22000 V für die abgehenden Fernleitungen des Fränkischen Überlandwerkes.

Für das Umspannwerk Dessau befindet sich bei den SSW ein Dreiwicklungs-Transformator für 10000 kVA bei einem Übersetzungsverhältnis von 100000/50000/15000 V in Arbeit.

Ferner wurden bestellt von der Hamburgischen Elektrizitätswerk-Aktiengesellschaft zwei Transformatoren von je 25000 kVA, 6000/25000 V und zwei Transformatoren von je 11000 kVA, 25000/6000 V und vom Städtischen Elektrizitätswerk Stuttgart ein Transformator von 15000 kVA, 36000/11000 V.

Zentralenverstärker.

Die Siemens & Halske A.-G. hat einen Zentralenverstärker entwickelt, der es ermöglicht, am Ende einer Leitung nicht nur den ankommenden, sondern auch den abgehenden Sprechstrom zu verstärken.

Die bisherigen Endverstärker erforderten, da die Rohrverstärker für Sprechströme nur in einer Richtung durchlässig sind, eine besondere Kunstschaltung, damit auch die nicht verstärkte Sprache der entgegengesetzten Sprechrichtung hindurchgelassen wurde. Die dadurch bedingte geringfügige Schwächung der abgehenden Sprache — bei derartigen Schaltungen verstärkt man meistens die an-

Digitized by Google

kommende Sprache — wird als störend gerade in den Fällen empfunden, wo die Verständigung an sich schon schlecht ist. Durch Schaffung des neuen Zentralenverstärkers ist es gelungen, dieser Schwierigkeit Herr zu werden. Die Einführung eines weiteren Verstärkerrohres für die abgehenden Fernsprechströme, die an sich naheliegt, wurde dadurch ermöglicht, daß man das Telephon und Mikrophon des Teilnehmers mit getrennten Leitungen bis zum Verstärker führte, der in der Zentrale aufgestellt ist. Der Teilnehmer kann mittels einer Taste den Verstärker einschalten und ihn durch kurzes Niederdrücken der Gabel wieder ausschalten, ohne daß das Gespräch getrennt wird.

Bisher war die Aufgabe, eine Fernsprechverbindung durch Zwischenschalten einer in beiden Richtungen wirksamen Verstärkerschaltung zu verbessern, nur lösbar, indem man einen Zwischenverstärker in die Mitte der Strecke setzte. Mit der vorliegenden Apparatur ist man jetzt imstande, dasselbe am Ende der Leitung vorzunehmen. Die Bedeutung der Neuerung besteht einmal darin, daß der Teilnehmer auf seiner Zentrale die Verstärkung vornehmen kann, daß ihm also kein weit entfernter Punkt der Leitung zugänglich zu sein braucht, das andere Mal aber darin, daß man nicht wie bisher für jede Leitung einen Verstärker aufstellen muß, sondern daß man den Zentralenverstärker auf jede beliebige Leitung schalten kann. Der Verstärker braucht keinerlei Bedienung, da er bei Beendigung des Gesprächs wieder selbsttätig ausgeschaltet wird. Der Heizstrom für die Rohre wird aus der Batterie der Unterzentrale entnommen.

Turmschacht-Fördermaschinen.

Ende Dezember 1923 wurde auf dem Kaiserin-Augusta-schacht des Steinkohlenbauvereins „Gottessegen" in Lugau in Sachsen eine elektrisch betriebene Fördermaschine, System Leonard, mit Belastungsausgleich durch Schwungmassen (Ilgner) in Betrieb gesetzt. Es ist dieses die erste elektrisch betriebene Hauptschacht-Fördermaschine im Sächsischen Steinkohlenbergbau (Bezirk Lugau). Die Fördermaschine ist für folgende Verhältnisse gebaut:

Endgültige Teufe	550 m
Fördergeschwindigkeit	15 m/s
Nutzlast je Zug	4800 kg in 6 Wagen
Durchmesser der Köpescheibe	6 m
Drehzahl des unmittelbar gekuppelten Gleichstrom-Nebenschlußmotors	47,8 in der Minute
Motorleistung	750 kW bei 640 V.

Zum Betrieb des Fördermotors ist ein Steuerumformer gekuppelt mit einem Schwungrad von etwa 20 t Gewicht aufgestellt. Die Steuerdynamo leistet etwa 800 kW, der Drehstrommotor des Umformers 700 kW bei 600 V Drehstromspannung. Die Drehzahl des Umformers beträgt 750 in der Minute synchron und schwankt im Betriebe zwischen 735 und 620 Umdr/min, damit das Schwungrad zum Belastungsausgleich herangezogen wird. Das Schwungrad hat bei synchroner Drehzahl eine Umlaufsgeschwindigkeit von 141,5 m/s.

Bemerkenswert ist die Anordnung der Fördermaschine unmittelbar im Schachtgerüst über dem Schacht, eine Anordnung, die mit Rücksicht auf Raumbeschränkung gewählt wurde. Die Höhe des Förderturmes beträgt 51 m, im obersten Stockwerk, in einer Höhe von 36 m, ist die Fördermaschine aufgestellt, während der Schwungradumformer in einem besonderen Gebäude am Fuße des Förderturmes steht.

Ähnliche Turmförderanlagen sind von den SSW bereits mehrfach ausgeführt worden.

Tonfrequenz-Telegraphie.

In der ersten Februarhälfte ist von der Siemens & Halske A.-G. die Tonfrequenz-Sechsfachtelegraphie in zwei 0,9-mm-Aderpaaren des jüngst fertiggewordenen, 550 km langen Normalkabels Berlin—Frankfurt (Main) eingerichtet und von der Reichstelegraphenverwaltung mit fünf Siemens-Schnelltelegraphen und einem Hughes belegt worden. Der Betrieb wickelt sich seither zwischen Berlin und fünf süddeutschen Städten nebst Basel ohne die geringste Störung ab.

Verstärkerrohre mit einer Lebensdauer von mehr als 10 000 Stunden.

Nach Mitteilungen des Telegraphentechnischen Reichsamts sind bei den ältesten der von S & H für den Verstärkerbetrieb gelieferten Verstärkerrohren mit Oxydkathoden über 10 000 Brennstunden festgestellt worden, ohne daß sie bisher an Wirksamkeit nachgelassen haben.

Kompressoranlage mit Antrieb durch Synchronmotor.

Die vor einigen Monaten dem Betrieb übergebene Kompressoranlage des Schachtes „Unterbau" im Bezirk des Bergamtes Peißenberg ist insofern bemerkenswert, als für den Antrieb des Kompressors ein Synchronmotor verwendet wurde und der Anlauf von der Luftseite aus erfolgt. Der zweistufige Zweizylinderkompressor in Zwillingsanordnung wurde von der Zwickauer Maschinenfabrik geliefert, seine stündliche Ansaugeleistung beträgt etwa 3850 m^3 und der Kompressionsdruck 7 at Überdruck bei 125 Umdr/min. Der Drehstrom-Synchronmotor leistet 405 kW bei 2000 V. Er ist imstande, bei Vollastbetrieb etwa 330 kVA Blindleistung an das Netz abzugeben. Die Anlage ist seit August v. J. dauernd im Betrieb. Das Anlassen von der Luftseite her geht sehr rasch und glatt vor sich. Zum Synchronisieren ist nicht mehr als eine Minute erforderlich.

Kabellieferung für Teheran.

Der Siemens & Halske A.-G. ist nach scharfem Wettbewerb mit anderen Firmen die Lieferung der Fernsprechanlage für die Hauptstadt von Persien, Teheran, übertragen worden. Außer dem Amt nach dem Zentralbatteriesystem und den Teilnehmerstationen liefert die Firma das gesamte Erdkabelnetz nebst Anschlußleitungen. Die Verlegung der Kabel und die Montagearbeiten werden von Angestellten der Firma ausgeführt.

Fernsprechverkehr über große Entfernungen.

Vor kurzem wurden vom deutschen Fernkabelnetz die drei neuen Kabelstrecken Berlin—Hamburg, Berlin—Frank-

Digitized by Google

furt (Main) und Berlin—München fertiggestellt. Gelegentlich dieser Fertigstellung hielt Herr Geheimrat Craemer vom Reichspostministerium am 11. 1. 24 vor dem Elektrotechnischen Verein in München und am 20. 2. 24 vor dem Elektrotechnischen Verein in Hamburg einen Vortrag über das deutsche Fernkabelnetz. Dabei wurde mit Hilfe von Vierdrahtschaltungen der Sprechverkehr auf der rd. 1100 km langen Kabelstrecke Hamburg—München wie auch auf der rd. 1000 km langen Kabelstrecke Hamburg—Frankfurt (Main) vorgeführt. Die Verständigung zwischen den Endpunkten war beidemal ausgezeichnet. Ein längerer betriebsmäßiger Probeverkehr auf der Teilstrecke Berlin—Frankfurt (Main) zeigte, daß der Vierdrahtbetrieb eine sichere Verständigung über große Entfernungen gewährleisten wird. Auch der Probeverkehr auf der Gesamtstrecke Hamburg—Frankfurt (Main) hat voll zufriedengestellt. Diese 1000 km lange Kabelstrecke wird in der allernächsten Zeit in Betrieb genommen werden. Weitere Vierdrahtverbindungen von West- nach Nord- und Süddeutschland werden in kurzer Zeit folgen. Es sei noch besonders hervorgehoben, daß die Verzerrung der Sprache, die durch das Kabel bewirkt wird und die bei längeren Entfernungen zu einer unerträglichen Verstümmelung der Sprache führen würde, in den Vierdrahtverstärkern durch eine besondere, der Siemens & Halske A.-G. patentierte Einrichtung wieder aufgehoben wird.

Fernkabel Amsterdam—Rotterdam.

Das von der Firma Siemens & Halske A.-G. gelieferte und von ihr montierte Fernkabel Amsterdam—Rotterdam wurde im April der holländischen Telegraphenverwaltung betriebsfertig übergeben. Das Kabel verläuft von Amsterdam über Harlem, Leiden, 's-Gravenhage nach Rotterdam. Für die Anlage wurden rund 90 km Pupinfernsprechkabel geliefert. Das Kabel enthält 19 Vierer mit Kupferleitern von 1,4 mm Durchmesser, gestattet also mit Hilfe der Ausnutzung der Viererleitungen einen Sprechverkehr über 57 Sprechkreise. Das Kabel wurde für die Stamm- und Viererpupinisierung mit Pupinspulen in Abständen von je 2 km ausgerüstet, von der Lieferfirma vollkommen montiert und mit Rücksicht auf das Nebensprechen mit Kondensatoren ausgeglichen.

Diese Kabelanlage bildet ein neues Glied in dem Fernkabelnetz der holländischen Telegraphenverwaltung und

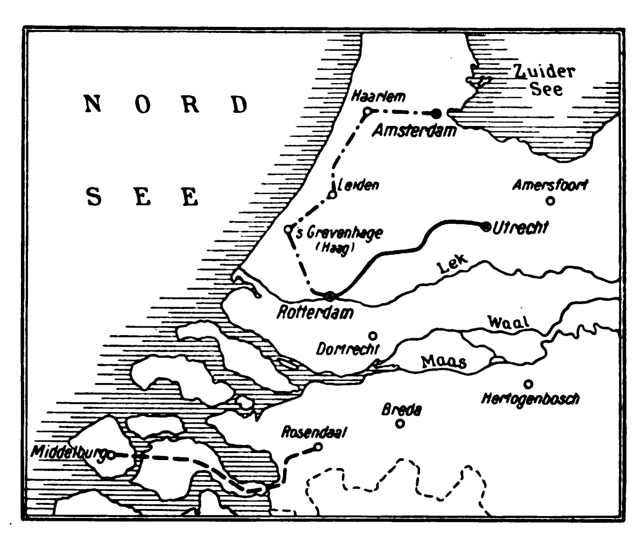


Bild 1. Pupinkabel in Holland.

schließt in Rotterdam an das schon früher von Siemens & Halske gelieferte Fernkabel Rotterdam—Utrecht an (Bild 1).

Eine weitere Anlage, die die Siemens & Halske A.-G. für die holländische Telegraphenverwaltung liefert, ist die Fernkabelanlage Roosendaal—Middelburg, für welche die Kabel und Zubehörteile schon geliefert sind. Verlegung und Montage dieser Anlage haben nach Fertigstellung der Anlage Amsterdam—Rotterdam begonnen und werden voraussichtlich noch in diesem Sommer zum Abschluß gelangen.

Elektrische Druckereieinrichtung.

Im März wurde die von den SSW gelieferte elektrische Anlage in C. Naumanns Druckerei Frankfurt a. M. in Betrieb gesetzt. Die Anlage besteht aus einem Gleichrichter mit drei Gefäßen für je 100 A Dauerstrom und 220 V Betriebsspannung, sowie aus der ansehnlichen Zahl von 70 regelbaren Einzelantrieben.

Druckfehlerberichtigung.

In dem Aufsatz „Die Schaltungen der selbsttätigen Streckenblockanlagen" von Dr.-Ing. Arndt sind durch ein Versehen des Setzers die Bilder 10 und 11 (Seite 110 und 111) miteinander vertauscht worden.

EINGESANDTE BÜCHER

(Ausführliche Besprechung einzelner Bücher vorbehalten.)

Hütte des Bauingenieurs. Herausgegeben vom Akademischen Verein Hütte, E. V. Sonderausgabe des III. Bandes der „Hütte", des Ingenieurs Taschenbuch. 24. Auflage. Berlin, 1924. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn. 1340 Seiten. Preis in Leinen gebunden: M 13,20.

Die „Hütte", des Ingenieurs Taschenbuch, steht in der technischen Welt in ihrem Wert so unbestritten da, daß es nicht nötig ist, darüber viel Worte zu machen. Selbst das Ausland hat durch Übersetzungen des Werkes bewiesen, daß es seinen Ingenieuren Gleichwertiges nicht zu bieten vermag. Nur wenige Nachschlagewerke dürften es bis zur 24. Auflage gebracht haben.

Während der I. Band sich mit elementaren Wissenschaften, Mathematik, Mechanik, Wärme, Festigkeitslehre, Stoffkunde, Maschinenteilen befaßt und der II. Band dem Maschinenbau, Schiffbau, Automobilbau, der Beleuchtung und der Elektrotechnik gewidmet ist, wendet sich der Inhalt des III. Bandes ausschließlich an den Bauingenieur als zuverlässiger Ratgeber bei allen vorkommenden Fällen seines vielseitigen, verantwortungsvollen Berufes.

Digitized by Google

Es ist heutzutage nicht jedem möglich, sich drei umfangreiche Bände anzuschaffen. Für den Bauingenieur genügt die Anschaffung des III. Bandes vollauf, denn es ist als sicher vorauszusetzen, daß er alles allgemeinere Nachschlagematerial, das er zur Ergänzung dieses Bandes noch braucht, bereits in seiner Bücherei besitzt. Solche Nachschlagewerke behalten ihren Wert, während die ständig fortschreitende Entwicklung der Ingenieurwissenschaften die jeweilige Anpassung der technischen Nachschlagewerke durch Neuauflagen erforderlich macht. Damit der Bauingenieur, der sich nur den III. Band der „Hütte" beschaffen will, ein in sich abgeschlossenes Werk in seine Bücherei aufnehmen kann, das auch äußerlich als selbständiges Werk gekennzeichnet ist, hat der Verlag dieser Ausgabe einen besonderen Titel und ein besonderes Gewand gegeben.

„Hütte", Taschenbuch für Betriebsingenieure. Herausgegeben vom Akademischen Verein „Hütte", e. V. und Dr.-Ing. A. Stauch, unter Mitwirkung der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure im V. D. I. Zweite, überarbeitete und vermehrte Auflage. Berlin 1924. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn. 1322 Seiten, 1440 Abbildungen. Preis in Leinen gebunden: M 19,50.

Die erste Auflage, die im Märzheft der „Siemens-Zeitschrift" ausführlich besprochen wurde, ist bereits nach Verlauf von acht Wochen vergriffen gewesen, der beste Beweis, daß hier tatsächlich einmal „einem dringenden Bedürfnis" abgeholfen worden ist. Abgesehen von kleineren Textänderungen in allen Abschnitten hat namentlich der Abschnitt über das „Schweißen" umfangreichere Ergänzungen erfahren. Die Abschnitte „Vereinheitlichung in der deutschen Industrie" und „Sozialpolitik" konnten ebenfalls erweitert werden, weil auf den Gebieten des Normenwesens und der Sozialpolitik im letzten halben Jahr wesentliche Fortschritte und Veränderungen zu verzeichnen waren.

Im übrigen verweisen wir auf die ausführliche Besprechung im Märzheft.

Elektro-Jahrbuch. Ein Nachschlage-, Auskunfts- und Adreßbuch für die elektrotechnische Industrie. Herausgegeben von A. Joly unter Mitwirkung von Industrie, Handel, Behörden und Verbänden. Jahrgang 1923/24. Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart—Berlin 1924. 493 Seiten Preis in Halbleinen gebunden: M 12,—.

Mit dem Elektro-Jahrbuch wird den weiten Kreisen von Industrie und Handel der Elektrotechnik ein Handbuch für den täglichen Gebrauch geboten. In zwölf alphabetisch und systematisch geordneten Abteilungen gibt es Auskunft über alle das Gebiet der Elektrotechnik berührenden Fragen der Theorie und der Praxis: Ein Fachlexikon erläutert die wichtigsten Fach- und Grundbegriffe unter Angabe der gebräuchlichsten Tafeln, Formeln, Regeln u. dgl. Eine fachgeschichtliche Zeittafel vermittelt, chronologisch geordnet, einen Überblick über die Entwicklung der Elektrotechnik von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Ein Gesetz- und Wirtschaftslexikon gibt Auskunft über alle einschlägigen rechtlichen und wirtschaftlichen Fragen. In einer Zusammenstellung: Elektrizitätswirtschaft sind die bedeutendsten öffentlichen Elektrizitätswerke Deutschlands mit Besitzverhältnis, Betriebskraft, Leistungsfähigkeit, Stromart und Fortleitungsspannungen angegeben. Besondere Kapitel unterrichten über das Ausfuhrwesen, das Verbandswesen, das Bildungswesen, über Fachliteratur, Fachzeitschriften des In- und Auslandes, über die Behörden, Verwaltungen, diplomatischen Vertretungen und Konsulate, Handelskammern, kaufmännische Korporationen und Berufsgenossenschaften. Ein Waren- und Firmenverzeichnis nennt über 1600 Erzeugnisse und die Firmen, von denen sie zu beziehen sind.

Chemisches Wörterbuch. Von Dr. H. Remy, außerordentlicher Professor für analytische Chemie an der Hamburger Universität. Teubners kleine Fachwörterbücher Nr. 10—11. Verlag B. G. Teubner, Leipzig-Berlin, 1924. 416 Seiten. Preis in Pappband: M 8,60, in Halbleinen: M 10,60.

Das Buch bringt in lexikographischer Anordnung nach alphabetischen Stichworten denjenigen, die für die Chemie oder deren Teilgebiete allgemeines Interesse haben, die Beantwortung der Fragen: Was für ein Stoff ist das? Woraus besteht er? Wie wird er hergestellt? Wozu wird er gebraucht? in möglichst klarer und knapper Form. Trotz der mit Rücksicht auf die Preiswürdigkeit gebotenen Beschränkung berücksichtigt es in wissenschaftlich einwandfreier Weise alles Wesentliche aus dem Gebiete der Chemie, wie es den Bedürfnissen aller derer entspricht, die sich mit ihren Gegenständen beruflich zu beschäftigen haben.

Es dürfte sich für den Verlag empfehlen, die Frage zu erörtern, ob nicht die Herausgabe eines ähnlichen Bändchens für das Gebiet der Elektrotechnik zweckmäßig wäre.

Schalterbau. I. Band. Allgemeine und physikalische Grundlagen. Von Prof. Ing. Robert Edler, Wien. 2. Auflage. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig, 1923. 299 Seiten, 42 Abbildungen. Preis geheftet: M 8,85, gebunden: M 10,—.

Aus dem Inhalt: Allgemeines über Konstruktionsgrundsätze und Einzelheiten im Schalterbau. Die physikalischen Grundlagen der Erwärmung elektrischer Stromleiter und ihre Anwendung im Schalterbau. Theorie der Erwärmung elektrischer Stromleiter für unveränderliche Stromstärke. Theorie der wichtigsten Betriebsarten für unveränderliche Stromstärke. Theorie der Erwärmung elektrischer Stromleiter für unveränderliche Spannung.

Die Prüfung der Elektrizitätszähler. Meßeinrichtungen, Meßmethoden und Schaltungen. Von Dr. Ing. Karl Schmiedel. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Verlag Julius Springer, Berlin, 1924. 157 Seiten, 122 Abbildungen. Preis gebunden: M 8,40.

Aus dem Inhalt: Einrichtungen zur Erzeugung und Regelung der zugeführten Leistung. Instrumente und Hilfseinrichtungen zur Messung des wirklichen Verbrauchs. Eichzähler. Eichschaltungen. Prüfung der Strom- und Spannungswandler. Einrichtungen und Schaltungen für die Messung besonderer Eigenschaften und Vorgänge.

Die Rationalisierung im Deutschen Werkzeugmaschinenbau. Dargestellt an der Entwicklung der Ludw. Loewe & Co. A.-G., Berlin. Von Dr. Fritz Wegeleben. Verlag Julius Springer, Berlin, 1924. 168 Seiten. Preis geheftet: M 6,—, gebunden: M 7,—.

Digitized by Google

Aus dem Inhalt: Das Wesen der amerikanischen Rationalisierungsmethoden. Das Werden und Wachsen der Organisation in der A.-G. Loewe. Das Prinzip der Spezialisation. Das Prinzip der Normalisation. Das Prinzip der austauschbaren, maschinenfertigen Fabrikation. Das Prinzip der wissenschaftlichen Durchdringung des Fabrikationsprozesses. Die Mittel zur Steigerung der menschlichen Leistung. Die Erhaltung der menschlichen Arbeitskraft. Die Rationalisierung durch Gemeinschaftsarbeit. Die Modifikation Taylorscher Ideen in der A.-G. Loewe. Allgemeine Grenzen für reine Taylorisierung in der deutschen Industrie.

Der Übersee-Maschinenhandel. Eine Abhandlung über seine Gestaltung und über die sich in ihm auswirkenden Wechselbeziehungen zwischen Wirtschaft und Technik. Von Wilhelm Thiemann, Ingenieur und Abteilungsleiter der Firma Simon, Evers & Co., G. m. b. H., Hamburg. Verlag Julius Springer, Berlin, 1924. 248 Seiten, 14 Abbildungen. Preis gebunden: M 11,—.

Das Buch behandelt in anschaulicher Weise und auf reiche Erfahrungen gestützt den gesamten Fragenkreis des Überseemaschinenhandels. Wenn auch der Zwischenhandel im Vordergrund der Erörterungen steht, so ist das Buch doch auch für Angestellte von Unternehmungen, die unmittelbar durch eigene Vertretungen mit dem überseeischen Ausland verkehren, ein wertvolles Nachschlagebuch. Die nachfolgenden Andeutungen aus dem Inhalt geben eine Vorstellung von der Gründlichkeit, mit der das umfangreiche Gebiet behandelt worden ist: Verteilung von Bedarf und Erzeugung. Produktion. Überseeindustrie als Glied des Maschinenhandels. Der Zwischenhandel. Gesamtbild der äußeren Gestaltung vor und nach dem Weltkriege. Der Verkaufspreis und die ihn bestimmenden Faktoren. Einfluß staatlicher Maßnahmen. Einfluß von Trusts, Kartellen, Interessengemeinschaften usw. Die Überseeorganisation im Innern der Produktionsunternehmungen. Formen und Mittel des allgemeinen Geschäftsverkehrs bei den Übersee-Handelsunternehmungen. Formen und Mittel des Verkaufs- und Werbewesens, des Einkaufs- und Lieferungswesens. Der Vertretungsvertrag. Finanzierungen und Bankverkehr.

Die asynchronen Drehstrommotoren und ihre Verwendungsmöglichkeiten. Von Jakob Ippen. Verlag Julius Springer, Berlin, 1924. 90 Seiten, 67 Abbildungen. Preis geheftet: M 3,60.

Das Heft ist die erweiterte Wiedergabe eines Vortrages, den der Verfasser in der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure, Ortsgruppe Köln, gehalten hat. Der Hauptwert wurde darauf gelegt, die Eigenschaften dieser Motorenart und deren Verhalten während des Betriebes, soweit dies für den Betriebsingenieur wissenswert ist, zusammenfassend darzustellen. Die Verwendungsmöglichkeiten der asynchronen Drehstrommotoren sind so zahlreich, daß nicht alle vorkommenden Fälle in Erwägung gezogen werden konnten. Es sind aus diesem Grunde nur die hauptsächlichsten in der Industrie vorkommenden Antriebsmöglichkeiten besprochen worden. Die Erfahrungen des Verfassers als Leiter des Motoren-Prüffeldes eines großindustriellen Werkes auf dem Gebiete der wirtschaftlichsten Antriebe von Arbeitsmaschinen fast aller Gattungen kommen dem Buche zugute.

Aus dem Inhalt: Die elektrischen Eigenschaften des Drehstrom-Asynchronmotors. Die Drehzahlregelung von Drehstrom-Asynchronmotoren. Der Drehstrom-Asynchronmotor mit Kurzschlußläufer. Der Drehstrom-Asynchronmotor mit Anlaßschleifringläufer. Der Drehstrom-Asynchronmotor mit Regelschleifringläufer. Spezialausführungen. Hilfsapparate. Art der Antriebe und Bestimmung der Motorleistung. Verwendungsmöglichkeiten. Mittel zur Verbesserung des Leistungsfaktors.

Taschenbuch zum Abstecken der Kurven an Straßen und Eisenbahnen. Von C. Knoll. 4. Auflage. Neubearbeitung von W. Weitbrecht, Baurat, Professor, Dozent für geodätische Fächer an der Technischen Hochschule Stuttgart, und M. Knoblich, Oberlandmesser, Rechnungsrat bei der Reichsbahndirektion Stuttgart. 405 Seiten, 75 Abbildungen. Verlag Alfred Kröner, Leipzig, 1924. Preis gebunden: M 8,—.

Aus dem Inhalt: Abstecken von Kreisbögen. Abstecken von Tangenten an gegebene Kreise. Korbbögen. Verbindungsstück bei wechselndem Achsabstand mehrgleisiger Bahnen. Schienenüberhöhung. Übergangskurven. Spurerweiterung. Weichen.

Die Einsteinsche Relativitätstheorie und ihr mathematischer, physikalischer und philosophischer Charakter. Von Prof. Dr. Stjepan Mohorovicic. Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. E. Gehrcke. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin-Leipzig, 1923. 77 Seiten. Preis geheftet: M 1,80.

Aus dem Inhalt: Die Galilei-Newtonsche und die Lorentzsche Relativitätstheorie. Die Einsteinsche spezielle und allgemeine Relativitätstheorie; die Minkowskische vierdimensionale Welt. Die neuesten verallgemeinerten speziellen und allgemeinen Relativitätstheorien.

Lehrbuch der Physik. Nach Vorlesungen an der Technischen Hochschule zu München. Von Dr. H. Ebert, weiland Professor der Physik an der Technischen Hochschule zu München, ordentliches Mitglied der Kgl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

I. Band. Mechanik, Wärmelehre. Zweite unveränderte Ausgabe, 661 Seiten. 168 Abbildungen. Verlag von Veit & Comp., Leipzig, 1917. Preis geheftet: M 20,—, gebunden: M 21,50.

II. Band, I. Teil. Die elektrischen Energieformen. Fertiggestellt und herausgegeben von Dr. C. Heinke, ord. Prof. der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule zu München. 687 Seiten. 341 Abbildungen. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig, 1920. Preis geheftet: M 22,—, gebunden: M 23,50.

II. Band, II. Teil. Die strahlende Energie. Unter Mitwirkung von Priv.-Doz. Dr. v. Angerer, Prof. Dr. W. Kossel, Prof. Dr. Emden und Geheimrat Prof. Dr Sommerfeld. Fertiggestellt und herausgegeben von Dr. C. Heinke, ord. Prof. der Elektrotechnik an der


Digitized by Google

Technischen Hochschule zu München und Geh. Reg.-Rat. 416 Seiten, 196 Abb. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig, 1923. Preis geheftet: M 15,–, gebunden: M 16,50.

Eberts Lehrbuch der Physik liegt jetzt abgeschlossen vor. Das Lehrbuch richtet sich in erster Linie an Studierende der technischen Hochschulen. Es haben also die physikalischen Grundlagen der Technik eine besonders eingehende Behandlung gefunden. Ein großer Vorzug des Ebertschen Werkes besteht darin, daß auch die theoretische Seite der Physik (ergänzt durch gut gewählte Rechenbeispiele) mehr Berücksichtigung gefunden hat, als es sonst in Lehrbüchern der Experimentalphysik üblich ist.

Der I. Band umfaßt die mechanischen Energieformen und die Wärmeenergie. Er ist eine zweite unveränderte Ausgabe der ersten Auflage aus dem Jahre 1911.

Der II. Band wurde nach dem Tode Eberts von C. Heinke fertiggestellt und herausgegeben. Er wurde in zwei Teile zerlegt, von denen der erste die elektrischen Energieformen mit folgenden Unterabschnitten enthält: das elektrostatische Energiefeld, die elektrischen Ausgleichsvorgänge, das magnetische, elektromagnetische und elektrodynamische Energiefeld und die magnetische Induktion und Energiewandlung.

Im zweiten Teil des zweiten Bandes werden unter Mitwirkung von v. Angerer, Kossel, Emden, Sommerfeld die strahlende Energie, die Quantenlehre und Relativitätstheorie behandelt.

Die drucktechnische Ausführung ist vorzüglich, abgesehen von einigen Mängeln des ersten Bandes, die durch die Drucklegung während des Krieges zu entschuldigen sind.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

ELEKTROMASCHINENBAU

Ein Experimentalversuch zur Lüftung von Wechselstromgeneratoren. C. J. Fechheimer. „Jl. of the Am. Inst. of El. Eng.“, 43. Bd., Mai 1924, 5, S. 416–23, 11 Abb. (Die Versuchsanordnung, die Lüftungssysteme, Turbomodelle und Versuchsergebnisse.)

Der Synchron-Induktionsmotor. A. Cotton. „World Power“, 1. Bd., Juni 1924, 6, S. 329–37, 8 Abb.; 2. Bd., Juli 1924, 7, S. 45–50, 8 Abb. (Allgemeine Theorie, die Schlupfbedingungen werden eingehend untersucht und es wird eine Gleichung abgeleitet.)

Untersuchung über den Verlauf des Gleichstromes in einem synchronen Induktionsmotor. M. Kawarada, „Rev. Gén. de l'Electricité“, 15. Bd., 28. Juni 1924, 26, S. 1181–92, 29 Abb. (Nach einem kurzen Überblick über die Arbeitsweise der synchronen Induktionsmotoren wird besonders die Periode untersucht, in der der Gleichstrom in der Erregermaschine auftritt. Betrachtet werden die Maschinen mit getrenntem Motor- und Erregerfeld und die mit gemeinsamem Feld. Nach einer analytischen Betrachtung werden Versuchsergebnisse mit Motoren von 15, 20, 75 PS gegeben.)

DAMPFKRAFTWERKE

Verbesserung in Dampfkraftwerken. E. L. Robinson. „General Electric Review“, 27. Bd., Mai 1924, 5, S. 334–44, 5 Abb. (Thermische Kreisprozesse, Temperaturgrenzen, der Vorteil hoher Drücke, die binarische Dampfturbine, Überhitzung und Trocknung des Dampfes, Luftvorwärmung, Speisewasservorwärmung, Leistungsfähigkeit der Dampfkraftmaschinen.)

Das Trenton-Channel-Kraftwerk. P. W. Thompson. „Electrical World“, 83. Bd., 31. Mai 1924, 22, S. 1118 bis 1128, 14 Abb. (Kesselanlagen mit Kohlenstaubfeuerungen, Überhitzerfläche 20 v. H. der Kesselheizfläche, Entaschung, Beschreibung des Turbinenraumes, der Speisewasservorwärmung und des elektrischen Teiles.)

Das Kraftwerk in North Tees. „Engineer“, 137. Bd., 13. Juni 1924, 3572, S. 664–65, 3 Abb.; „Electrical Review“, 95. Bd., 4. Juli 1924, 2432. S. 18–22, 8 Abb. (Allgemeine Beschreibung der Kraftanlage.)

Die elektrischen Zentralen von Cahokia und Peoria mit Kohlenstaubfeuerung. „Génie Civil“, 84. Bd., 14. Juni 1924, 24, S. 561–65, 9 Abb. (Beschreibung der beiden Gesamtanlagen unter besonderer Berücksichtigung des Kesselhauses des Kraftwerkes von Cahokia.)

Hochleistungsdampfkessel für elektrische Zentralen. M. Demoulin. „Génie Civil“, 84. Bd., 17. Mai 1924, 20, S. 465–71, 7 Abb. (Die charakteristischen Merkmale der Hochleistungsdampfkessel, der Ladd-Belleville-Kessel, neue Kessel mit Kohlenstaubfeuerung.)

Der elektrische Antrieb der Hilfseinrichtungen von Kraftwerken. J. W. Dodge. „General Electric Review“, 27. Bd., Juni 1924, 6, S. 404–14, 16 Abb. (Motore und Anlasser.)

Die elektrische Kraftversorgung im Bezirk von Pittsburgh. W. F. Rittmann. u. S. B. Ely. „Electrical World“, 83. Bd., 21. Juni 1924, 25, S. 1221–26, 13 Abb. (Untersuchungen über die Energieerzeugung in den letzten Jahren, Verteilung der Belastung, Spitzenleistungen und Zukunftsaussichten, es wird ein Vergleich mit anderen Kraftquellen gegeben.)

Die Elektrizitätsversorgung in Shanghai. „El. Rev.“ (Ldn.), 95. Bd., 4. Juli 1924, 2432, S. 22–23, 4 Abb. (Neuer Ausbau des Riverside-Kraftwerkes: zwei 20000 kW- und zwei 3000 kW-Aggregate, eine 22000 V-Schaltanlage.)

Die Elektrizitätsversorgung in St. Louis. „El. Rev.“ (Ldn.), 95. Bd., 4. Juli 1924, 2432, S. 25–27, 8 Abb. (Einzelheiten über das neue Cahokia-Kraftwerk mit Staubkohlenfeuerung.)

DAMPFTURBINEN

Die Verhütung axialer Schwingungen von Dampfturbinen-Scheibenrädern. W. Campbell. „General Electric Review“, 27. Bd., Juni 1924, 6, S. 352 bis 360, 17 Abb., 2 Tabellen. (Einer der wichtigsten Punkte beim Entwurf und Bau von Dampfturbinen ist die Verhütung von Schwingungen. Aus diesem Grunde hat die General Electric Company eingehende Versuche angestellt, die wertvolle Ergebnisse für die Bestimmungen der kritischen Geschwindigkeit zeitigten.)


Digitized by Google

Verbesserungen an großen Dampfturbinen in England. G. Guérin. „Génie Civil", 84. Bd., 28. Juni 1924, 26, S. 619—21, 3 Abb. (Verbesserungen an den Steuerungsorganen und der Beschaufelung.)

FEUERUNGSTECHNIK

Die spezifische Wärme des Dampfes. H. L. Callendar. „World Power", 1. Bd., Mai 1924, 5, S. 274—80; Juni 1924, 6, 325—28, 1 Abb. (Erläuterung der Grundlagen der neuen Prüfungsverfahren, Schwierigkeiten, die bei dem Sättigungspunkte auftreten, wobei viele der alten Verfahren unanwendbar werden. Erklärung der Energiegleichung einer Flüssigkeit, die beständig fließt, Vergleiche zwischen dem Drossel-Kalorimeter und dem elektrischen Kalorimeter.)

Staubkohle und Dampferzeugung. D. Brownlie. „Jl. of the Jnst. of El. Eng.", 62. Bd., Mai 1924, 329, S. 385—469. (Eingehende Betrachtung der neuesten Entwicklungen auf dem Gebiete der Kohlenstaubfeuerung. Der Verfasser ist der Meinung, daß die Vorteile der Kohlenstaubfeuerung so groß sind, daß eine große Umwälzung im Dampfkesselbetrieb einsetzen wird. Der Aufsatz enthält außerdem umfangreiches, statistisches Material.)

Die Verkokung von Kohle. F. W. Sperr. „Mechanical Engineering", 46. Bd., Juni 1924, 6, S. 329—33, 4 Abb. (Hoch- und Tieftemperaturverkokung mit besonderer Berücksichtigung der amerikanischen Verhältnisse.)

Magnetische Aufbereitung. „Electrical Review", 94. Bd., 6. Juni 1924, 2428, S. 910—11. (Rückgewinnung von Brennbarem aus der Asche, Trennung des Eisens von der Kohle.)

WASSERKRAFTWERKE

Das Tirso-Wasserkraftprojekt. „Electrical Review" (Ldn.), 94. Bd., 6. Juni 1924, 2428, S. 925—29, 7 Abb. (Beschreibung des Staudammes und der Einrichtung des Kraftwerkes.)

Selbsttätiges Wasserkraftwerk von 7300 kVA. L. A. Whitsit. „Electrical World", 83. Bd., 28. Juni 1924, 26, S. 1319—22, 4. Abb. (Einzelheiten über den Aufbau, die Schutzvorrichtungen, Schaltungsskizzen, Beschreibung des 6000 V-, 600 Umdrehungen- und 7300 kVA-Generators.

Das Wasserkraftwerk von Chancy-Pugny an der oberen Rhone. Ch. Dantin. „Génie Civil", 85. Bd., 5. Juli 1924, 1, S. 1—10, 13. Abb., 1 Tafel. (Eingehende Beschreibung der Ausführung der Bauarbeiten.)

WASSERTURBINEN

Die charakteristischen Gleichungen von Gleichdruck- und Überdruck-Wasserturbinen. H. W. Coultas. „World Power", 1. Bd., Mai 1924, 5, S. 292—96, 5 Abb. (Die Gefälls-, Höhen-, Wassermengen-, Geschwindigkeits- und Leistungsgleichungen für Reaktionsturbinen, sowie die Gleichungen für Peltonräder.)

KRAFTÜBERTRAGUNG

Die maximale Leistung von Kraftübertragungssystemen. R. D. Evans u. R. C. Bergvall. „Electrical World", 83. Bd., 7. Juni 1924, 23, S. 1171—73, 5 Abb. (Verfahren zur Berechnung der maximalen Leistung von Kraftübertragungssystemen auf Grund von Diagrammen.)

Hochspannungskabel. „Electrical World", 83. Bd., 24. Mai 1924, 21, S. 1087—91, 2 Abb., 4 Tafeln. (Papierisolierung, Kabelspleißstellen und Kabelspleißmethoden, der Betrieb mit Hochspannungskabeln.)

Bestimmung der Mastgrößen. H. Mathews. „Electrical World", 83. Bd, 7. Juni 1924, 23, S. 1173—76, 1 Abb., 3 Tabellen. (Anwendung von Tabellen zur Feststellung der richtigen Mastgrößen.)

Große Spannweiten bei Freileitungen. C. F. Sheakly. „Electrical World", 83. Bd., 21. Juni 1924, 25, S. 1277—78, 3 Abb. (Spannweiten von 1300 m der West-Virginia-Maryland Power Comp., Einzelheiten über die Leiter, Masten und Aufbau.)

Über die Eigenschaften des Motorisolators. M. F. Dahl. „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien, 42. Jg., 8. Juni 1924, 23, S. 361—66, 20 Abb. (Weitestgehende Erfüllung der Hauptanforderungen, die an einen Hochspannungsisolator gestellt werden: große mechanische Festigkeit, hohe elektrische Durchschlagsfestigkeit und Überschlagssicherheit, Unempfindlichkeit gegen starke Temperaturstürze, geringe Baulänge.)

KRAFTVERTEILUNG

Fortschritte im Entwurf von Unterwerken, L. J. Turley. „Electric Railway Journal", 63. Bd., 26. April 1924. 17, S. 645—51, 14 Abb. (Die Los Angeles Railway hat fünf automatische Unterwerke in Betrieb, die befriedigende Betriebsergebnisse zeitigen. Eingehende Beschreibung des Unterwerkes Melrose.)

Fahrbare Schalttafeln. H. E. Starbuck. „General Electric Review", 27. Bd., Mai 1924, 5, S. 293—97, 7 Abb. (Der Aufbau der Schalttafeln und der Betrieb im Kraftwerk.)

135000 V-Außenölschalter. „Electrician", 92. Bd., 30. Mai 1924, 2402, S. 662—63. (Die einzelnen Teile des Schalters werden beschrieben.)

GLEICHRICHTER

Der Transverter. „Engineering", 117. Bd., 2. Mai 1924, 3044, S. 563—66, 17 Abb. (Eingehende Beschreibung dieses Gleichrichters für 100 kV, der von der English Electric Company gebaut wurde.)

BELEUCHTUNG

Wirtschaftliche Beleuchtung. J. Lynn. „Le Génie Civil", 84. Bd., 3. Mai 1924, 18, S. 417—20, 9 Abb. (Verbesserung der Beleuchtungsverhältnisse, die physiologischen Wirkungen, Wahl der Lampen.)

Verbesserung der Beleuchtung in den Fabrikanlagen der White Motor Company. H. Hylkema u. H. T. Spaulding. „Electrical World", 83. Bd., 7. Juni 1924, 23, S. 1177—81, 6 Abb. (Verbesserung der Beleuchtung durch Erhöhung der Kerzenstärke.)

Beleuchtung von Bahnhöfen durch Scheinwerfer. E. G. McAllister. „Electrical World", 83. Bd., 28. Juni 1924, 26, S. 1329—1332. (Betriebsergebnisse der Norfolk und Western Railroad, Einzelheiten über die Anlage, Lichtverteilung und Betriebskosten.)

Digitized by Google

VERKEHRSWESEN

Betrachtungen zur Elektrifizierung der Eisenbahnen. E. Stassano. „Génie Civil", 84. Bd., 17. Mai 1924, 20, S. 472–75. (Stromerzeugung auf der Lokomotive.)

Die Elektrisierung der Eisenbahn. S. Parker Smith. „World Power", 1. Bd., Juni 1924, 6, S. 338–46, 4 Abb.; 2. Bd., Juli 1924, 7, S. 38–44, 3 Abb. (Hauptmerkmale der Bahnelektrisierungen in Amerika; betrachtet werden folgende: Baltimore and Ohio R.R.; Pennsylvania R.R.: Long Island R.R.; West Jersey and Seashore R.R., Endbahnhöfe New York und Philadelphia; New York Central and Hudson River R.R.; New York, New Haven and Hartfort R.R.; Erie R.R.: Rochester Strecke; Grand Trunk Railway: Tunnel von St. Clair; Michigan Central: Tunnel von Detroit; Boston and Maine; New York Westchester, and Boston Railway.)

Der gegenwärtige Stand der Elektrisierung der SBB. „Génie Civil", 84. Bd., 28. Juni 1924, 26, S. 609–14, 7 Abb. (Allgemeine Gestehungskosten, die verschiedenen Kraftwerke, Unterwerke, Lokomotiven und rollendes Material.)

Das rollende Material auf der englischen Weltreich-Ausstellung. „Engineering", 118. Bd., 4. Juli 1924, 3053, S. 6–10, 7 Abb. (Beschreibung des Sentinel-Cammell-Dampfwagens, Einzelheiten über den Maschinenaufbau.)

SCHIFFBAU

Doppeltwirkende Schiffsdieselmaschinen. „Engineering", 117. Bd., 30. Mai 1924, 3048, S. 707–08, 7 Abb. (Beschreibung einer doppeltwirkenden Viertaktdieselmaschine von 1000 indizierten PS.)

EISENINDUSTRIE

Die Erzeugung und Verwendung von Dampf in der Eisen- und Stahlindustrie. J. A. Hunter. „Mechanical Engineering", 46. Bd., Juni 1924, 6, S. 325–28, 3 Abb. (Kesselanlagen mit Hilfseinrichtungen, Abwärmeverwertung, Ersparnismöglichkeiten im Betrieb.)

WERKZEUGMASCHINEN

Die Verwendung von Kugellagern an Werkzeugmaschinen. „Machinery", 30. Bd., Juni 1924, 10, S. 776–81, 9 Abb. (Die Anwendung der Kugellager an Drehbank-, Schleifmaschinen-, Bohrmaschinenspindeln und Transmissionswellen.)

ELEKTROCHEMIE

Die Stickstoffgewinnung in den Vereinigten Staaten und die Stickstoffwerke in Muscle Shoals. P. Bunet. „Rev. Gén. de l'Electricité", 15. Bd., 14. Juni 1924, 24, S. 1099–1114, 12 Abb. (Die Gewinnung des atmosphärischen Stickstoffs in Form von Ammoniak oder Salpeter ist wegen seiner Anwendungsmöglichkeiten im Kriege und Frieden eines der wichtigsten Probleme für alle Staaten. Der Verfasser gibt eine Beschreibung von zwei Fabrikanlagen, die die größten ihrer Art in der Welt sind. Statistisches Material. Technische und wirtschaftliche Betrachtungen. Kritische Prüfung der Arbeiten des amerikanischen Forschungslaboratoriums. Die elektrochemischen Fabrikanlagen in Muscle Shoals, die hydroelektrische Einrichtung am Tennessee.)

NAHRUNGSMITTELINDUSTRIE

Die Elektrifizierung von Zuckerfabriken in Cuba. C. A. Kelsey. „General Electric Review", 27. Bd., Juni 1924, 6, S. 384–89, 5 Abb. (Elektrifizierung der Zuckerfabriken seit dem Jahre 1912, Leistungssteigerungen von 2½ auf 4 Millionen Tonnen, geringere Betriebskosten bei elektrischem Betriebe.)

STOFFKUNDE

Die Torsionsversuche an Metallen. J. Seigle u. F. Cretin. „Génie Civil", 84. Bd., 7. Juni 1924, 23, S. 545–49, 14 Abb.; 14. Juni 1924, 24, S. 565–68, 5 Abb. (Elastische und dauernde Deformationen, Prüfmaschine, Besprechung der gefundenen Diagramme, Elastizitätsgrenze.)

Die Härte von Metallen und die Härteprüfung. „Mechanical Engineering", 46. Bd., Juni 1924, 6, S. 360–62. (Die verschiedenen Prüfverfahren, Ritzverfahren, Brinell- und Rockwellhärteprüfung, Prüfung mit dem Herbertpendel und dem Scleroskop, die Werte der Prüfergebnisse.)

Beziehung zwischen der Zugfestigkeit und dem spezifischen elektrischen Widerstand von Kupfer. W. E. Alkins. „World Power", 1. Bd., Mai 1924, 5, S. 297–99. (Herstellung der zu prüfenden Drähte, Prüfungsergebnisse.)

MESS- UND PRÜFWESEN

Eine Versuchsanlage für 1 000 000 V. B. Matthews. „Electrical Review", 94. Bd., 25. Januar 1924, 2409, S. 124 bis 126, 4 Abb. (Anlage für elektrische Versuche an Isolatoren, Ausrüstung der Anlage, Verwendung von luftisolierten Transformatoren an Stelle von ölisolierten.)

Über einige Verfahren zur Dämpfungsmessung an Telephonleitungen. Holmgren. „Teknisk Tidskrift", 54. Jg., Nr. 14 v. Jahre 1924, S. 69. (Erhöhung der Meßgenauigkeit durch Verwendung eines Röhrengenerators als Stromerzeuger.)

NACHRICHTENÜBERMITTLUNG

Der „Hogarth" Vier-Rohr-Empfänger. „Electrical Review" Ldn., 94. Bd., 25. Januar 1924, 2409, S. 130. (Der Empfänger besteht aus einem Hochfrequenzverstärker, einem Detektor und zwei Niederfrequenzverstärkern, die Anordnung ist höchst selektiv, bei richtiger Einstellung werden die Zeichen ohne Verzerrung übertragen.)

FERNSEHEN

Die Möglichkeiten des Fernsehens. Swinton. „The Wireless World and Radio Review", 14. Bd., 1924, Nr. 243 und 244, S. 51 und 82. (Rückblick auf die Entwicklung dieses Problems, Beschreibung einer neuen Anordnung für das Fernsehen auf elektrischem Wege mit Kathodenstrahlenbündel, die durch ein magnetisches Feld beeinflußt werden.)

KINEMATOGRAPHIE

Phonofilme oder sprechende Bilder. Elwell. „Jl. of the Inst, of El. Eng.", 62. Bd., 24. März 1924, 327, S. 231. (Lösung des Problems, Bild und Sprache auf einem Film aufzunehmen; Apparate und Anordnungen zur Aufzeichnung und Wiedergabe der Sprache. Beschreibung des de Forestschen Verfahrens.)

Verantwortlicher Schriftleiter: Dipl.-Ing. Fr. Heintzenberg, Charlottenburg.
Gedruckt bei Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68, Kochstraße 68–71.


Digitized by Google

SIEMENS-ZEITSCHRIFT

SIEMENS & HALSKE
SIEMENS-SCHUCKERT

SCHRIFTLEITUNG: LITERARISCHES BUREAU DER SIEMENS-SCHUCKERTWERKE

8. HEFT * BERLIN / AUGUST 1924 * JAHRGANG 4

Wasserkraftanlage der Compañia Hídroelectrica del Río de la Alameda S. A., Mexico

Von Oberingenieur Arno Tracinski, Nürnberg.

Wie in den meisten latein-amerikanischen Ländern hat auch in Mexico die Verwendung der Elektrizität im Laufe des letzten Jahrzehnts eine bedeutende Steigerung erfahren, so daß weite Teile des Landes durch Elektrifizierung erschlossen worden sind. Der schon seit Jahrhunderten von den alten Azteken her stark entwickelte Bergbau – in der Hauptsache Silber gewinnend –, der unter nordamerikanischem Einfluß schnell wachsende Bedarf der großen Städte, sowie die Erstarkung der heimischen Industrien, über deren zum Teil recht schnelles Wachstum noch große Unkenntnis in vielen Kreisen des Auslandes vorhanden ist, fordern dauernd die Bereitstellung neuer elektrischer Energiemengen.

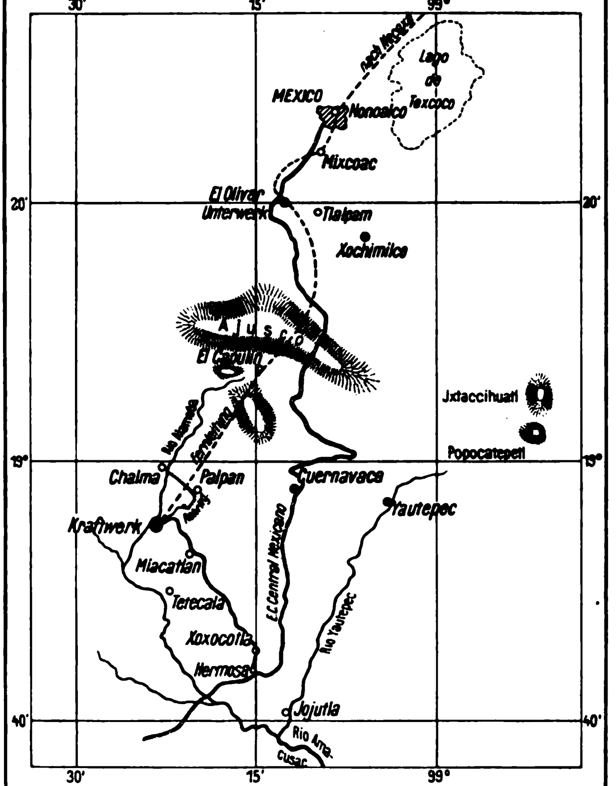


Bild 1. Lageplan.

Dies gilt besonders für die Bundeshauptstadt Mexico mit den bei ihr liegenden großen Minenzentren Pachuca und El Oro. Der Bedarf ist hier derart gewachsen, daß die bestehenden Anlagen schon seit einigen Jahren der Nachfrage nicht mehr genügen. Die Energieerzeugung ging bisher von dem großen Wasserkraftwerk Necaxa aus, das, nordöstlich von Mexico-Stadt gelegen, der Mexican Light and Power Co. Ltd. gehört, und das vor etwa $1^1/_2$ Jahrzehnten unter Mithilfe der SSW gebaut worden ist. Es werden von hier aus etwa 55000 kW durch mehrere, etwa 180 km lange Fernleitungen mit 85000 V nach Mexico-Stadt und den erwähnten Minengebieten übertragen. Schon seit einigen Jahren macht jedoch diese Energielieferung Schwierigkeiten, da zeitweilig Wassermangel in den großen Stauseen vor Necaxa auftritt, was nicht zum geringen Teil auf die bis vor kurzem in Mexico übliche, ziellose Abholzung der Wälder zurückzuführen ist.

Während nun die erwähnte Gesellschaft in der Nähe ihres Necaxa-Werkes andere Energiequellen suchte und auch fand, bildete sich schon vor dem großen Kriege in der Hauptstadt die „Compañia Hídroelectrica del Río de la Alameda S. A.“, die südlich der Hauptstadt Wasserrechte erwarb, um von hier aus gewisse Teile von Mexico-Stadt zu versorgen.

Es handelt sich hierbei (Bild 1) um die Ausnutzung des Alameda-Flusses, der, zum Stromgebiet des Rio Amacusac und Rio Balsas ge-


Digitized by Google

hörend, südlich des Ajusco-Gebirges aus einem Hochmoor entspringt, und der in seinem Oberlaufe zur Energieerzeugung in Hochdruckanlagen besonders geeignet ist. Wie allen Flüssen in der sehr gebirgigen Republik ist auch dem Alameda eine stark wechselnde Wassermenge eigen, die in der tropischen Regenzeit häufig das Zehn- bis Zwanzigfache des Durchschnittswertes erreicht. Die Gesellschaft beabsichtigt, auf etwa 30 km der Flußlänge drei Kraftwerke zu errichten, die im Mittel 25000 bis 30000 kW erzeugen können, und von denen vorerst das in der Mitte gelegene ausgebaut wurde.

Die Gesamtlieferungen für dieses Werk einschließlich der nach der Hauptstadt führenden Fernleitungen und der ungewöhnlich langen Hochdruckrohrleitung wurden nach scharfem Wettbewerb den Siemens-Schuckertwerken übertragen, die schon kurz vor dem Kriege mit der Verschiffung der Materialien begannen, und die auch den Bau des bei Mexico gelegenen Empfängerwerkes zum Teil schon durchführten. Die Arbeiten mußten jedoch dann eingestellt werden, da Unruhen im Baugebiet sowie kurz darauf der Weltkrieg weitere Lieferungen unmöglich machten. Erst in den beiden letzten Jahren konnte daher an den Bau des Kraftwerkes nebst Rohrleitung, der Freileitung und des nunmehr nötig gewordenen Umbaues der Unterstation herangegangen werden. In der Zwischenzeit hatte die Mexican-Light and Power Co. Ltd. Interesse an der Alameda-Gesellschaft genommen, und es wurde daher vereinbart, daß die Gesamtanlage so disponiert werden solle, daß eine Energielieferung in das Mittelspannungsnetz der zuerst genannten Gesellschaft bei Mexico stattfinden könne. Hierzu mußte das Unterwerk neben der ursprünglich geplanten und zum Teil ausgebauten 6000 V-Anlage eine 20000 V-Schaltanlage erhalten, was nicht unerhebliche Änderungen im Aufbau der Unterstation nötig machte. Auch eine weitgehende Vereinfachung des Kraftwerkes wurde verlangt, da neben anderen Gründen die großen Schwierigkeiten, die beim Bau der Freileitung und der Rohrleitung zu bewältigen waren, Sparsamkeit nach jeder Richtung hin nötig machten, um die Anlage ökonomisch arbeiten zu lassen.

I. Allgemeines.

Die erstellte Anlage besteht in der Hauptsache (Bild 1) aus einem etwa 11 km langen Oberwasserkanal, der im wesentlichen als Tunnel ausgeführt ist, und zu dem neben dem Einlaufbauwerk bei Chalma am Alameda-Flusse noch ein Anzapfbauwerk am Rio Tlacipehualco gehört, und der schließlich am Wasserschloß bei Palpan in einem vor diesem liegenden kleinen Staubecken endet. Vom Wasserschloß aus führt eine Hochdruck-Doppelrohrleitung von etwa 3,2 km einfacher Länge mit etwa 350 m Bruttogefälle nach dem Kraftwerk am Alameda-Fluß (Bild 2). Von hier aus wird die erzeugte Energie mittels einer etwa 66 km langen Fernleitung mit 60000 V über das Ajuscomassiv nach der Unterstation El Olivar bei Mexico-Stadt übertragen, um von hier aus durch zwei 7 km lange Zubringerleitungen dem 20000 V-Empfängerwerk Mixcoac der Mexican-Light and Power Co. Ltd. zugeführt zu werden. Die Unterstation El Olivar erhielt außerdem noch eine Reservekraftanlage, bestehend aus zwei großen Dieselmaschinen mit Generatoren, deren Zweck ist, bei Schäden in der Freileitung oder in der Zentrale zum mindesten die bei El Olivar liegenden großen Textilfabriken mit Energie versorgen zu können.

Der Bau der Anlage hat zum Teil ganz erhebliche Schwierigkeiten geboten. Das Kraftwerk selbst liegt etwa 50 km von der nächsten Bahnstation entfernt. Wege, die den Transport der Maschinen, Baumaterialien usw. gestatteten, waren zunächst überhaupt nicht vorhanden, und es mußten sehr zeitraubende und kostspielige Arbeiten ausgeführt werden, um den Transport überhaupt möglich zu machen, da besonders die tropischen Regen das Kraftwerk trotz aller Bemühungen zeitweilig von jedem Verkehr abschlossen.

Neben Lastkraftwagen wurden daher schwere Raupenschlepper zur Beförderung größerer Lasten verwendet, die zu einer Bergfahrt $2^1/_2$ Tage benötigten, aber während der Regenzeit auch nicht immer durchkommen konnten (Bild 3).

Auch der Bau der Fernleitung, die mit 3717 m über dem Meer ihren höchsten Punkt erreicht, war wegen der Höhenlage, des völligen Wassermangels auf dem größten Teil der Strecke sowie wegen der unruhigen Bevölkerung vom Normalen abweichend und erforderte daher nicht unerhebliche Mittel. Schließlich konnten alle Schwierigkeiten behoben werden, und seit Beginn des Jahres 1923 ist die Anlage in ununterbrochenem Betriebe, womit eine erhebliche Verbesserung

Digitized by Google

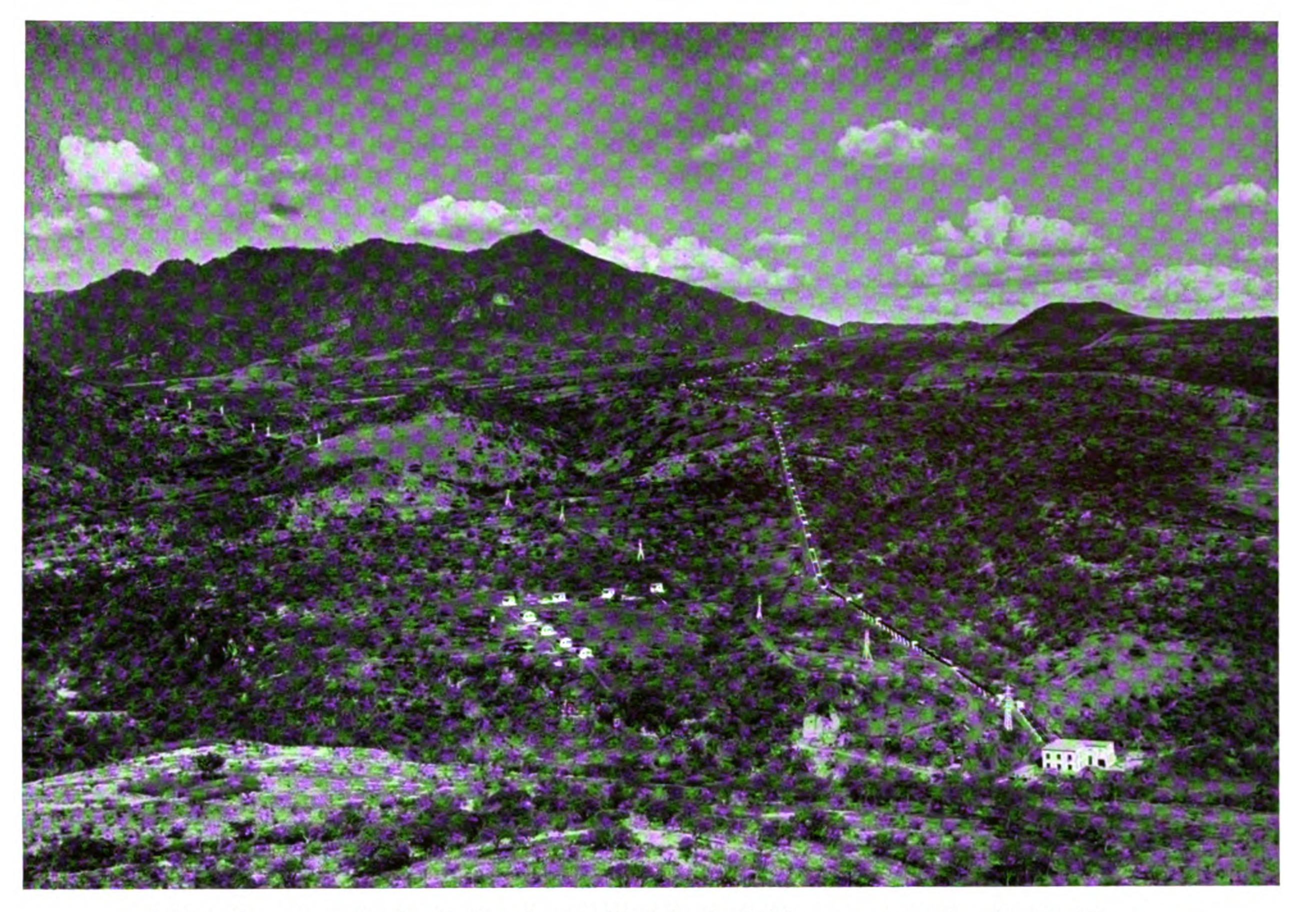


Bild 2. Gesamtansicht des Kraftwerks mit Hochdruckrohrleitung und abgehender Freileitung.

der Energie=Belieferung der Hauptstadt, nament=lich während der Trockenperiode, erreicht wurde.

Im nachstehenden sind die einzelnen Bauteile näher behandelt.

II. Der Oberwasserkanal mit Wasserschloß.

Das Einlaufbauwerk am Rio Alameda befindet sich in der Nähe des alten, noch aus der spa=nischen Zeit stammenden Wallfahrtsortes Chalma innerhalb eines beinahe unzugänglichen Tal=kessels. Es besteht im wesentlichen aus einem Staudamm im Flusse, welch letzterer als reißender Gebirgsfluß mit starkem Gefälle eine Wasser=menge von etwa 4 m^3/s als Mittelwasser führt. Seitlich ist ein regelbarer Nebenauslaß zur Be=wässerung von unterhalb gelegenen Zuckerrohr=pflanzungen usw. vorgesehen. Der Einlaß in den Kanal selbst führt über ein einfaches Wehr aus Eisenbeton, dem einige Schütze zur Ab=sperrung des Oberwasserkanals folgen. Der etwa 11 km lange Kanal hat einen lichten Quer=schnitt von rund 3,5 m^2. Er ist in seiner ganzen Länge auszementiert und bildet 28 Tunnel, die etwa 70 v. H. der gesamten Länge ausmachen. Etwa 1 km vom Einlaufbauwerk entfernt kreuzt der Kanal unterirdisch den Tlacipehualco=Fluß, der hier gestaut und angezapft wird, wodurch je nach Bedarf und Möglichkeit 500—1000 l/s entnommen werden können. Bevor der Kanal in das Staubecken vor dem Wasserschloß eintritt, ist ein Überlauf angeordnet, der es ermöglicht, etwa in den Kanal gelangte überschüssige Wasser=mengen nicht nur durch den regelbaren Haupt=überlauf am Ende des Staubeckens, sondern vor dem Kraftwerk in den Fluß abzuleiten, was sich als sehr zweckmäßig erwiesen hat. Der Kanal ist mit 15 Schützen versehen und hat ferner eine Reihe von Überführungen, die Abwässer aus Terrainfalten über ihn hinwegzuleiten haben (Bild 4). Vor dem Wasserschloß verbreitert sich der Kanal allmählich bis auf 8 m, so daß hier ein kleines Staubecken mit etwa 3000 m^3 Inhalt bei normalem Wasserstand entsteht, das in der Hauptsache als Schlammfänger für das meist

Digitized by Google



Bild 3. Transport der Rohrleitung mittels Raupenschlepper.

jedoch sehr reine Wasser gedacht ist. Wie aus Bild 5 ersichtlich ist, befinden sich am unteren Teil des Staubeckens hinter den vorgelagerten heraushebbaren Rechen und vor den beiden abgehenden Rohrleitungen die beiden Haupteinlaufschütze, mit je etwa 2 m² Tafelfläche, die von Hand und motorisch betrieben werden können. Seitlich wurde das Freilaufschütz so angeordnet, daß es gleichzeitig als Grundablaß dient, während neben ihm ein regelbarer Überlauf vorgesehen wurde.

III. Hochdruckrohrleitung und Verteilungsleitung.

Die von der Ferrum-A.-G. in Kattowitz gelieferte Hochdruck-Doppelrohrleitung wurde zum Teil schon kurz vor dem Kriege abgesandt und provisorisch in der Nähe der Unterstation gelagert. Hier wurde die mehr als 1000 Rohre umfassende Lieferung mit dem Gebäude der Unterstation zusammen bei den Kämpfen der Aufständischen mit den Truppen der mexikanischen Regierung als Verschanzungsobjekt benutzt und durch Granattreffer usw. beschädigt, so daß zeitraubende Reparaturarbeiten zur Wiederherstellung nötig waren. Der Transport der Leitung von der Bahnstation Hermosa nach dem Montageorte geschah mit Hilfe von schweren Lastkraftwagen und Raupenschleppern und hat rund sechs Monate in Anspruch genommen (Bild 3).

Die Rohre bestehen aus wassergasgeschweißten Siemens-Martin-Flußeisenblechen und haben bei einem Gesamtgewicht von 2200 t eine Länge von 2 × 3170 m, gemessen zwischen Endflansch am Wasserschloß und Endflansch vor den Hauptschiebern am Maschinenhaus. Die Leitung überwindet ein Bruttogefälle von 349,5 m und ist aus 1040 Stück 6 m langen Rohren zusammengesetzt, wozu noch Paßrohre und Krümmer kommen. Der lichte Durchmesser beginnt am Wasserschloß mit 1050 mm und vermindert sich stufenweise bis auf 825 mm im untersten Teil. Dementsprechend wächst die Wandstärke von 8 bis 19 mm. Die Verbindungen und Abdichtungen der einzelnen Rohre erfolgen durch die der Firma Ferrum patentierte Hochdruck-Muffenverbindung mit imprägnierter Hanfdichtung, wobei zwei über die Rohre geschobene Ringe — ein Druck- und ein Nasenring — die nötige Pressung der Packung in der Muffe bewirken. Diese Abdichtung gibt den Rohren eine gewisse Verschiebungsmöglichkeit in axialer Richtung, so daß sich besondere Expansionsstücke erübrigen, die bei völlig starrer Verbindung nicht zu umgehen wären. In jedem Strange der Leitung befinden sich in regelmäßigem Abstand zwölf aufgenietete Mannlöcher, die eine Kontrolle der Leitung gestatten. Die Rohre wurden sämtlich in der Fabrik mit 50 v. H. Überdruck, mindestens aber mit 10 at geprüft. Zur Vermeidung von Rost oder Korrosion sind sie innen und außen mit Teerfarbe mehrfach gestrichen.

Die Verankerung der Rohre geschieht durch



Bild 4. Kanal vor Eintritt ins Wasserschloß. Ganz vorn: Überführung einer Terrainfalte. Dahinter: Schütz zum Entleeren des Kanals. Dahinter: Überlauf.

große Betonklötze, die sich in Abständen von je acht Rohrlängen folgen (Bild 6), vor allem aber durch elf sehr kräftige Fundamente, die

Digitized by Google

an Knickpunkten angeordnet sind, und in denen die Rohrleitung durch mit Schrauben zusammengezogene, geteilte, gußeiserne Winkelringe festgehalten wird. Je zwei nebeneinanderliegende Rohrschüsse sind durch einen einfachen Betonsockel, der die Rohre zu etwa $^1/_3$ umfaßt, gestützt.

Bild 7 gibt den Verlauf des Leitungszuges im Grund- und Seitenriß an, wobei ersichtlich ist, daß der größte Teil der Leitung so wenig Neigung gegen die Horizontale hat, daß es möglich war, im oberen Teil unmittelbar neben der Leitung einen Transportweg anzulegen, der es gestattete, etwa 70 v. H. der Lieferung unmittelbar neben der Montagestelle abzuladen.

Die Rohrleitung liegt zum Teil in einem ausgesprengten Rohrbett, zum Teil auf Pfeilern, die bis zu 5 m Höhe erreichen (Bild 8), so daß sich ein stets wechselndes Bild ergibt.

An die beiden unteren Schenkel der eigentlichen Druckrohrleitung schließt sich unter Zwischenschaltung von Absperrschiebern die U-förmige Verteilungsrohrleitung an, mit der die drei Hauptturbinen und die Hilfsturbine durch T-Stücke verbunden sind (Bild 9). Die erwähnten Absperrschieber werden in bekannter Weise hydraulisch betätigt, wobei zum Öffnen etwa 5, zum Schließen etwa 3 Minuten erforderlich sind. Die Schieber sind mit einem Umlauf zur Entlastung des Absperrorgans versehen und wiegen bei einer Höhe von rund 3 m etwa 7,5 t je Stück. Die aus



Bild 5. Wasserschloß. Links: Regelbarer Überlauf. Leerlaufschütz und Hauptschütze sichtbar.

Stahlguß hergestellte Verteilungsrohrleitung ist mit einem lichten Durchmesser von 750 mm ausgeführt und mit Luftauslaßhahn, Entleerungs-

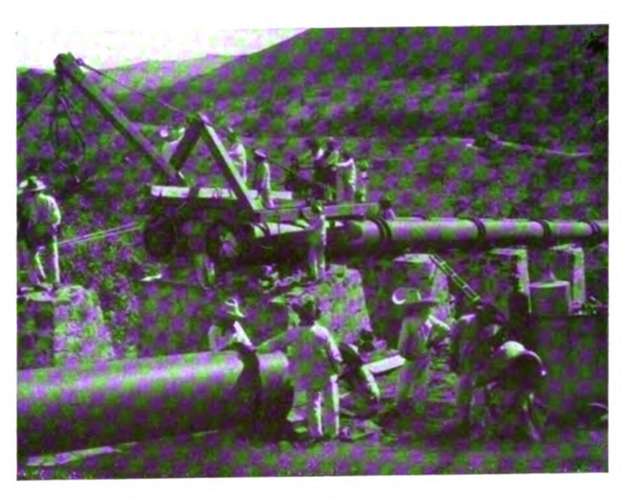


Bild 6. Montage der Rohrleitung.

ventil und einem Anschluß für das Hauptmanometer versehen. Die einzelnen Rohre sind verflanscht, wobei die Dichtung durch Gummiringe von kreisförmigem Querschnitt bewirkt wird.

IV. Die bauliche Anordnung des Kraftwerkes.

Das Kraftwerk wurde auf einem räumlich sehr begrenzten, vom Alameda-Fluß ausgespülten Plateau errichtet (Bild 10).

Da das Terrain in ganz kurzer Entfernung vom Fluß um etwa 35 m vertikal aufsteigt, und da ein Teil des zur Verfügung stehenden Raumes zur Lagerung der Baumaterialien und für die Serpentinen der Weganlage freibleiben mußte, wurde das Kraftwerk auf eine ungewöhnlich kleine Grundfläche zusammengedrängt.

Das Gebäude besteht aus zwei zusammengebauten Teilen, dem Kraft- und dem Schalthause und ist aus Bruchsteinmauerwerk auf Betonfundamenten errichtet. An das 31,9 m lange und 12 m breite Maschinenhaus, in dem die drei Hauptmaschinensätze und eine Hilfseinheit aufgestellt wurden und das mit einem von der Deutschen Maschinenfabrik AG. (Demag) gelieferten 19 t-Kran versehen ist, schließt sich nach Osten hin der allseitig auszementierte Rohrkeller an, der auf der Flußseite (Süden) durch einen Anbau mit Räumen für das Bedienungspersonal abgeschlossen ist. Nach Westen hin ist das Schalt- und Transformatorenhaus unmittelbar angebaut worden. Dieser letztere Gebäudeteil besteht aus einem Erdgeschoß, in dem seitlich die 6000 V-Anlage untergebracht ist, während

Digitized by Google

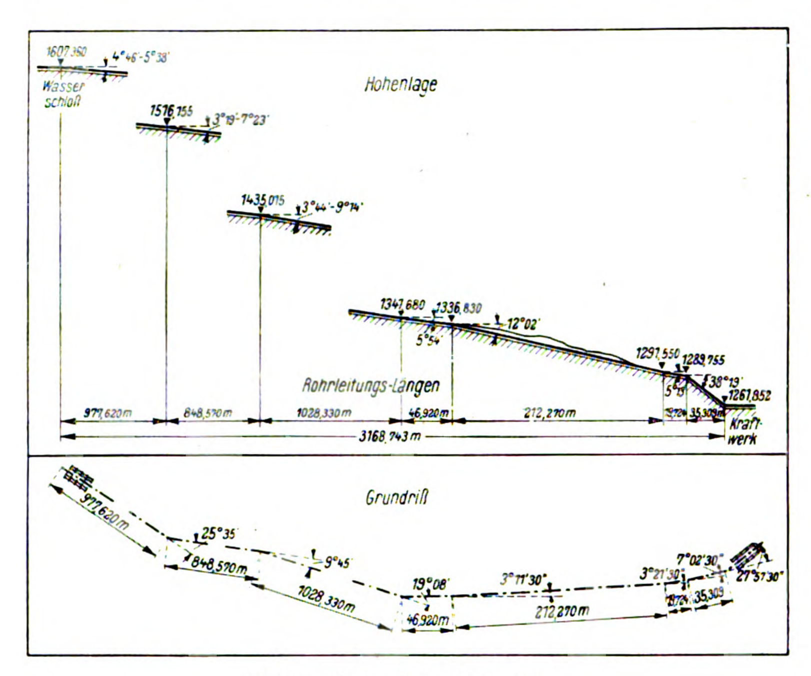


Bild 7. Verlauf der Rohrleitung.

die Mitte von den Haupttransformatoren eingenommen wird. Nach Norden schließt sich der 60 kV-Schalterraum mit den Sammelschienen usw. an. Im zweiten Stockwerk ist der gesamte 60 kV-Schutz für die Transformatoren, für die Sammelschienen und zwei ausgehende Freileitungen angeordnet. Die 6000 V-Anlage ist unterkellert. Hier fanden eine Ölpumpe, eine Filterpresse nebst Rein- und Schmutzölbehältern Aufstellung, welch letztere mittels starker Leitungen direkt an die



Bild 8. Bau der Rohrleitung, mittlerer Teil der Leitungsstrecke.

Haupttransformatoren angeschlossen sind, und so ein schnelles Auslassen des Transformatorenöles gestatten. Hierauf, sowie auf den Einbau von weiteren Ölableitungen im Gebäude ist hauptsächlich deshalb großer Wert gelegt worden, weil besonders in der 60 kV-Anlage das allgemein übliche Zellensystem zum Teil verlassen wurde, wodurch in Verbindung mit der angestrebten Verringerung der Baukosten und Ersparung von Grundfläche eine große Übersichtlichkeit der ganzen Anlage erreicht wurde.

V. Die Turbinen.

Die drei von der Firma J. M. Voith gelieferten Hauptturbinen (Bild 11 und 12) sind Hochdruckfreistrahlturbinen (Peltonräder), die mit den SSW-Generatoren durch elastische und isolierende Voith-Kupplungen gekuppelt sind. Diese Kupplungen bestehen aus zwei sich diametral gegenüberstehenden Zahnkränzen, in deren Lücken Lederkissen liegen, so daß bei der Übertragung in der Hauptsache nur eine reine Druckbeanspruchung auf das Leder auftritt, die leicht aufzunehmen ist.

Die Turbinen leisten bei einem Nettogefälle von etwa 328 m, einer sekundlichen Wassermenge von ca. 1200 l und bei 500 Umdr/min je 4000 PS. Sie sind über ein konisches Anschlußrohr, das den lichten Durchmesser auf 450 mm verringert, durch Zwischenschaltung eines mit Entlastungsanordnung versehenen Absperrschiebers mit der Verteilungsrohrleitung verbunden. Das Laufrad von 1710 mm Durchmesser ist mit doppelbecherförmigen Schaufeln versehen (Bild 13) und in wassergekühlten Ringschmier-



Bild 9. Verteilungsrohrleitung am Kraftwerk mit Absperrschiebern.

Digitized by Google

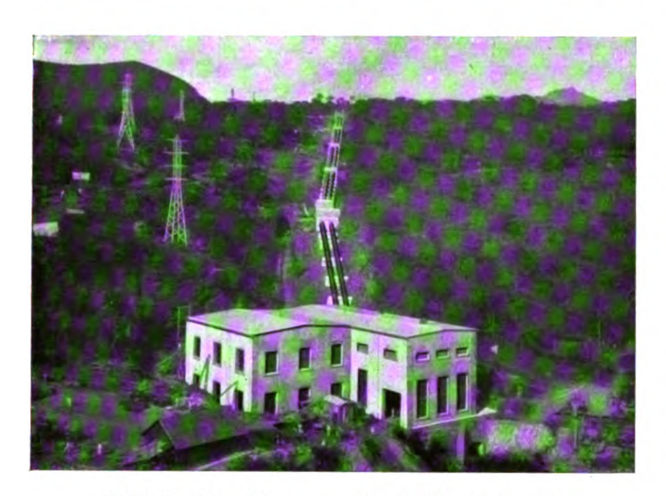


Bild 10. Maschinen- und Schalthaus im Bau.

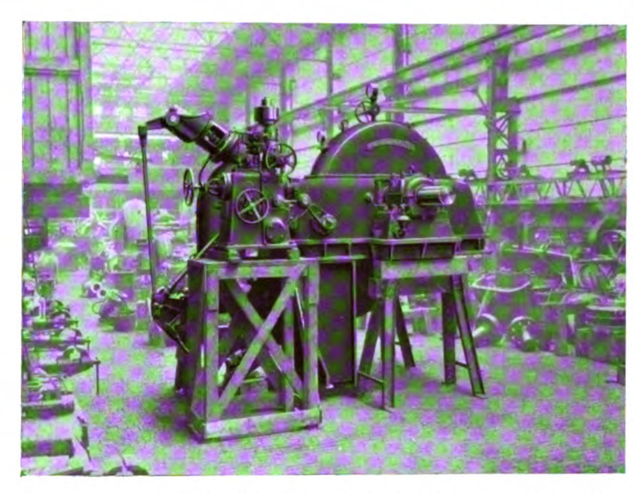


Bild 11. Freistrahlturbine für 4000 PS-Leistung bei 328 m Nettogefälle, 1200 l/s und 500 Umdr/min. Werkstattaufnahme in Heidenheim.

lagern gelagert, es wird durch zwei runde Wasserstrahlen von etwa 100 mm Durchmesser beaufschlagt, wobei bei voller Leistung an den Schaufeln des Laufrades eine Umfangskraft von rd. 4000 kg je Strahl ausgeübt wird, und wobei eine Wassergeschwindigkeit von etwa 70 m/s am Austritt aus der Düse vorhanden ist. Während die obere Düse den Maschinenrahmen durchdringt, ist die untere mit einem Düsenschild, der in das Fundament einbetoniert ist, in die Wasserkammer der Turbine eingeführt. Diese Wasserkammer (Bild 14) ist zum Schutze des Fundamentes mit Eisenplatten gepanzert, so daß die zeitweilig abgelenkten Wasserstrahlen das Grundmauerwerk nicht zerstören können. Vor jede Düse, in der

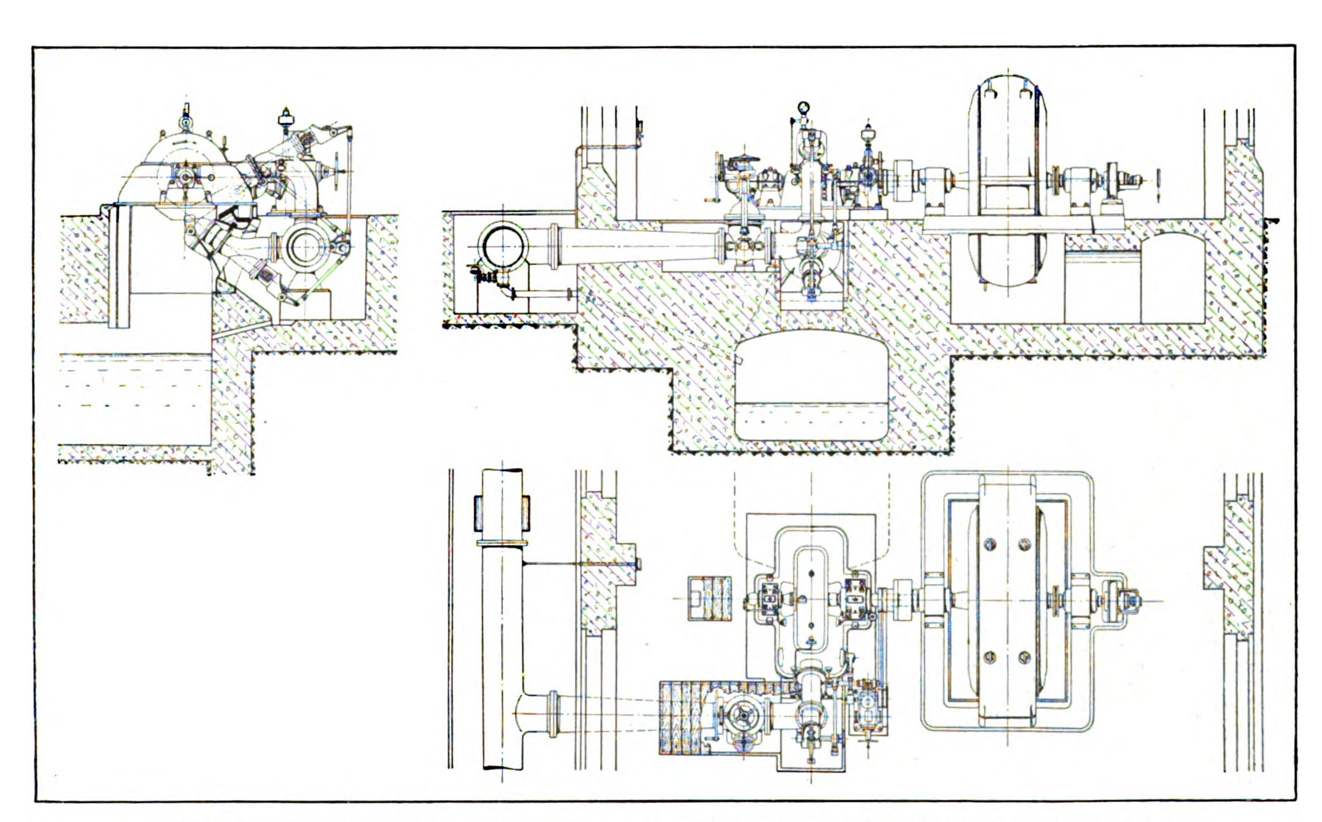


Bild 12. Freistrahlturbine für 4000 PS-Leistung bei 328 m Nettogefälle, 1200 l/s und 500 Umdr/min.

Digitized by Google

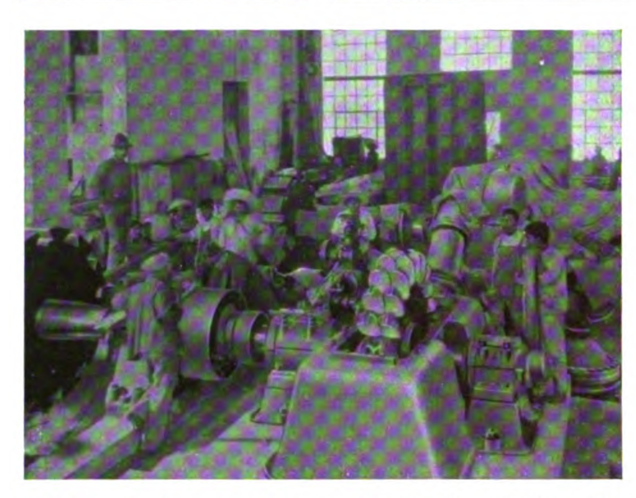


Bild 13. Turbinenmontage im Kraftwerk. Rechts: Das Schaufelrad.

sich eine stählerne Nadel mit zwiebelförmiger Spitze bewegt, kann ein aus Stahlguß hergestellter Strahlablenker geschwenkt werden. Ebenso wie das Getriebe der Düsennadeln befindet sich auch das Getriebe der Strahlablenker außerhalb des Wasserraumes, so daß es während des Betriebes leicht zugänglich ist.

Die Regelung der Geschwindigkeit geschieht durch mit Drucköl arbeitende hydraulische Doppelregler, die ebenfalls von J. M. Voith geliefert worden sind.

Durch die Doppelregelung mit Strahlablenkern und Düsen lassen sich bei schnell wechselnden Belastungen die erforderlichen Änderungen in

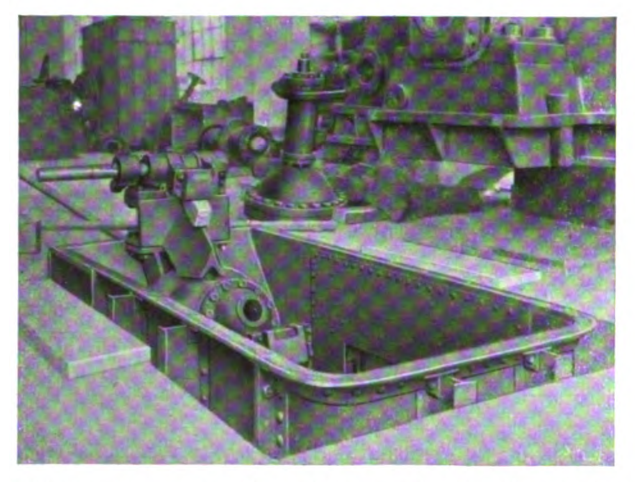


Bild 14. Gepanzerte Wasserkammer der Turbine in der Montage. In der Mitte: Unterer Düsenschild.

der Beaufschlagung derart erzielen, daß die wegen der außerordentlich langen Rohrleitung hier besonders bedenklichen Druckstöße, die infolge der Trägheit der in der Leitung schnell strömenden Wassermasse bei Zustandsänderungen auftreten, nach Möglichkeit vermieden werden. Tritt z. B. eine Entlastung ein, so schiebt sich zuerst der Ablenker schnell vor den Düsenstrahl, um ihn ganz oder teilweise abzulenken, während die Düsennadel nur langsam schließt, so daß der Druckstoß ganz bedeutend gemildert wird.

Der Doppelregler, der den geschilderten Vorgang zu steuern hat, besteht in der Hauptsache aus einem sehr empfindlichen Fliehkraftpendel und dem Servomotor, ferner aus einer kleinen Zahnrad-Druckölpumpe mit Ölbehälter und Windkessel. Das Pendel sowie die Druckölpumpe werden von der Turbine aus mittels Riemen angetrieben (Bild 15).

Schon bei der geringsten Drehzahlschwankung verstellt das Pendel die Steuerventile des Servomotors, wodurch der Kolben für den Strahlablenker und der für die Düsennadeln mehr oder weniger Drucköl bekommen und auf diese Weise Regelarbeit leisten. In dem Gestänge zwischen Nadeln und Strahlablenkern und den zugehörigen Arbeitskolben sind die für die Isodromregelung nötigen Rückführungen eingeschaltet, die die Stellungen und Bewegungen der Nadeln und Strahlablenker in die erforderliche Abhängigkeit voneinander bringen. Der Regler ist mit den notwendigen Einrichtungen versehen, um die Schlußzeit, Drehzahl und den Stabilitätsgrad nach Wunsch einstellen zu können. Er ist außerdem so eingerichtet, daß die Turbine bei einer Störung der Öldruckpumpe oder dgl. auch von Hand geregelt werden kann. Von der Schalttafel aus kann durch einen kleinen Hilfsmotor eine Änderung der Drehzahl vorgenommen werden, um das Parallelschalten und eine einfache Verteilung der Last bei parallellaufenden Generatoren leicht zu ermöglichen.

Als Wirkungsgrade für die Turbinen sind die nachstehend angegebenen Werte garantiert worden, die im wesentlichen ohne Inanspruchnahme der erlaubten Toleranz von 2 v. H. eingehalten wurden.

Bei Öffnung von	$^4/_4$	$^3/_4$	$^1/_2$
	81	82	78 v. H.

Die mit Hilfe des Reglers erreichten Drehzahlerhöhungen bei plötzlicher Entlastung wurden wie folgt gemessen:

Digitized by Google

Bei Entlastung um:	100	50	25 v. H.
Drehzahlerhöhung:	10	4	2 v. H.

Die Erhöhung des statischen Druckes in der Verteilungsrohrleitung ergab sich niemals größer als etwa 14 v. H., womit alle Garantien eingehalten wurden.

Neben den Hauptturbinen ist eine Hilfsturbine aufgestellt worden, die zum Antrieb eines Gleichstromgenerators benutzt wird, der die Energie für die Hilfs- und Steuerstromkreise der Schaltanlage liefert, und der außerdem als Reserve für den Fall dient, daß eine der Erregermaschinen schadhaft werden sollte. Die Leistung dieser von der Firma Escher, Wyss & Cie. gelieferten Turbine, die ebenfalls als Peltonrad ausgeführt ist, beträgt bei 750 Umdr/min rund 150 PS entsprechend dem Nettogefälle von 328 m und einer Wassermenge von 45 Sekunden-Litern bei voller Öffnung. Die Turbine hat nur eine Düse und ist ohne Strahlabweiser ausgeführt. Ihr Wirkungsgrad beträgt:

Bei	$^4/_4$	$^3/_4$	$^1/_2$ Öffnung
etwa	79	80	76 v. H.

Der zugehörige, ebenfalls von Escher, Wyss & Cie. gelieferte, von der Turbinenwelle angetriebene Regler ist sehr einfacher Bauart. Gekuppelt ist die Turbine mit ihrem Generator durch eine elastische, isolierende Kupplung, deren Übertragungsmittel ein Hanfseil ist. Diese Kupplung ist gleichzeitig als Schwungrad ausgebildet worden.

VI. Die Generatoren.

Die Hauptgeneratoren (Bild 16 und 17) sind in der normalen Bauart der SSW für Wasserkraftmaschinen nach folgenden Angaben ausgeführt:

Leistung: 3700 kW bei $\cos \varphi = 1 - 0{,}8$.
Spannung: 6000 V, Steigerung um 15 v. H. ist dauernd zulässig.
Drehzahl: 500, zulässige Drehzahlsteigerung 80 v. H.
Periodenzahl: 50
Wirkungsgrad:

bei	3700	2775	1850 kVA
	95,7	94,7	92,2 v. H.
bei	2960	2220	1480 kW $\cos \varphi = 0{,}8$
	94,3	93,0	90,4 v. H.

Höchste Temperatursteigerung, gemessen durch Ermittlung der Widerstandszunahme im Kupfer, 50° C bei einer höchsten Raumtemperatur von 35°.

Schwungmoment: 42000 kg/m².

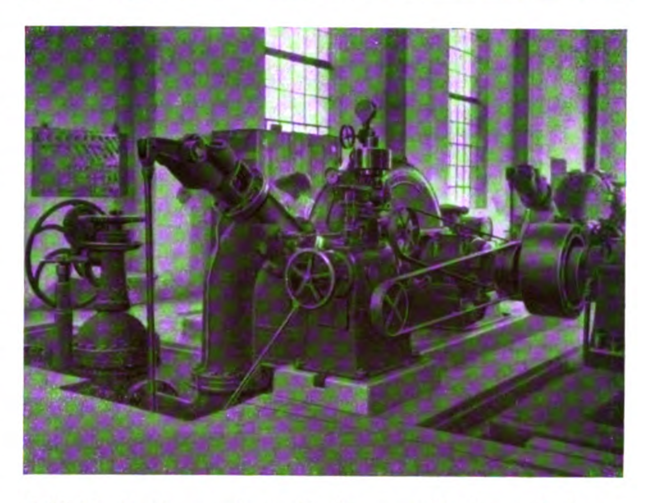


Bild 15. Fertig montierte Turbine mit Regler und dessen Antrieb.

Das Polrad der Maschine besteht aus einem ringförmigen Körper, der aus geschmiedeten Platten zusammengesetzt und auf die Welle aufgeschrumpft ist. Die 12 Pole sind in diesem Polrad in schwalbenschwanzförmigen Nuten durch unten eingetriebene Keile befestigt. Die Polschuhe sind lamelliert, um Wirbelstrombildung soweit als möglich auszuschließen. Die Polwicklung besteht aus Windungen von hochkantgebogenem Flachkupfer, die durch Zwischenlagen von imprägniertem Papier voneinander isoliert sind. Die Polverbindungen sind durch kräftige, in das Polrad geschraubte Stehbolzen festgehalten, und so gegen die Wirkungen der Fliehkraft gesichert. Die zweiteiligen Schleifringe

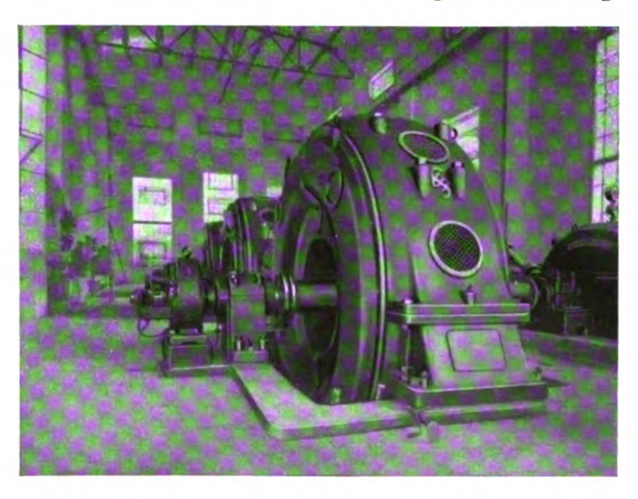


Bild 16. Generator mit angebauter Erregermaschine.

aus harter Bronze sind stark bemessen und leicht auswechselbar. Der das aktive Eisen tragende Ständer ist durch geteilte seitliche Lagerschilde zur

Digitized by Google



Bild 17. Ansicht des Maschinenraums mit den drei Haupteinheiten und dem im Vordergrund stehenden Hilfsmaschinensatz.

Hälfte abgeschlossen, so daß die Kühlluft zwangläufig axial eingesaugt und radial an den Polen vorbei durch die Drehstromwicklung und den Eisenkern gedrückt wird, bis sie durch Öffnungen im Ständergehäuse in das Maschinenhaus eintritt, was eine wirksame Kühlung gewährleistet. Der Eisenkörper ist in normaler Weise aufgebaut und enthält Luftschlitze zur Kühlung der einzelnen Blechpakete.

Äußere Druckplatten, durch kräftige Eisenbolzen zusammengehalten, bewirken, daß der gesamte Eisenkörper ein stabiles Ganzes bildet und Vibrationen auf diese Weise ausgeschlossen sind.

Die asphaltierte Wicklung besteht aus maschinell hergestellten Formspulen, die radial eingelegt sind und durch einen Holzkeil festgehalten werden. Innerhalb der Nuten liegen die Spulen in Glimmerhülsen. Die Spulenköpfe und Verbindungen auf den Stirnseiten sind durch zahlreiche passend angeordnete Holz- und Preßspankörper, die durch Stehbolzen gehalten werden, mechanisch so versteift, daß bei Kurzschlüssen und schweren Laststößen eine Deformierung ausgeschlossen ist. Am tiefsten Punkt des Ständers wird der Strom durch Kabel herausgeführt.

Die wagerecht aufgeteilten Lager sind als Ringschmierlager ausgebildet und mit Wasserkühlung versehen. Die gußeisernen Lagerschalen sind mit Weißmetall ausgegossen und liegen im Lagerbock kugelförmig, also nachgiebig auf, was eine leichte Kontrolle auch der unteren Schalen möglich macht, da sie nach Abstützung der Achse leicht herausgedreht und besichtigt werden können.

Die Generatoren sind in dem besonders für derartige Versuche gebauten Prüfstand der SSW mit 900 Umdr/min geschleudert worden, wobei sich keinerlei Beanstandungen ergaben, so daß die Maschinen den bei einem Durchgehen der Turbinen und Aussetzen des Reglers vorkommenden außergewöhnlichen Beanspruchungen völlig gewachsen sind. In der Tat zeigten entsprechende Versuche bei den Abnahmeprüfungen an Ort und Stelle eine einwandfreie Sicherheit der Konstruktion.

Die Erregermaschinen (Bild 16) haben je eine Leistung von 22 kW bei 110 V und sind unmittelbar mit der Hauptwelle gekuppelt, so daß der Anker fliegend angeordnet ist. Das Gehäuse sitzt auf einem Konsol, das mit dem Maschinenrahmen des Generators verschraubt wird.

Das Gesamtgewicht des Generators einschließlich der Erregermaschine beträgt etwa 37 t.

Der von der Hilfsturbine angetriebene Gleichstromgenerator ist als Nebenschlußmaschine mit Wendepolen ausgeführt und leistet bei 750 Umdr/min 100 kW bei 110 V Klemmenspannung. Er entspricht im übrigen der normalen Ausführung und bietet nichts besonders Bemerkenswertes.

(Schluß folgt.)

Die Anwendung des elektrischen Stromes bei der Kupfergewinnung

Von Dr.-Ing. Georg Eger, Abt. f. Elektrochemie, S. & H. A.-G.

Unter den Metallen, bei deren Gewinnung der elektrische Strom eine nicht unwichtige Rolle spielt, steht das Kupfer an erster Stelle. Bei unseren Betrachtungen hierüber scheiden Anwendungen des elektrischen Stromes, wie motorische Gebläseantriebe in reinen Schmelzanlagen, Motorantriebe für Hebezeuge, Walzwerke und dgl., aus. Die hier zu beschreibenden Anwendungsmöglichkeiten des elektrischen Stromes lassen sich wie folgt gliedern:

I. Anwendung des elektrischen Stromes zu elektrolytischen Zwecken unter Verwendung wässeriger Lösungen:

IA. Raffinationsverfahren mit Hilfe löslicher Anoden;

Digitized by Google

IB. Verfahren zur Kupfergewinnung aus Laugen mit Hilfe unlöslicher Anoden;

IC. Sonstige Verfahren.

II. Anwendung des elektrischen Stromes zu elektrothermischen Zwecken:

IIA. Elektrothermische Kupfergewinnung aus Erzen;

IIB. Umschmelzen des Kupfers und seiner Legierungen in Metallgießereien und ähnlichen Betrieben.

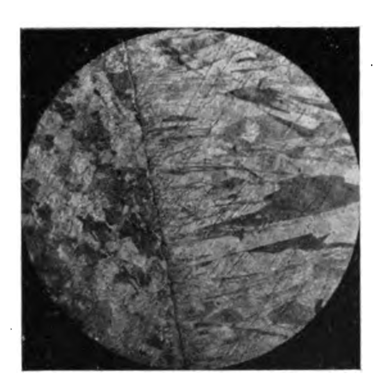


Bild 2a. Kupferkathode mit gewalztem Mutterblech. Schnitt senkrecht zur Kathode. Geätzt mit ammoniakalischem Wasserstoffsuperoxyd. Vergrößerung 40fach.

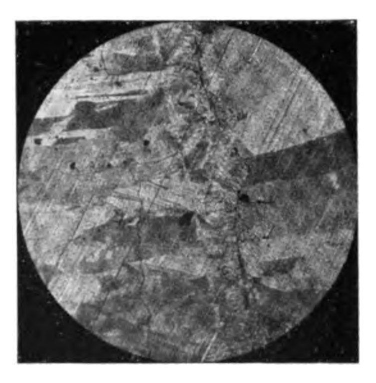


Bild 2b. Kupferkathode mit elektrolytisch dargestelltem Mutterblech. Der Schnitt und die Ätzung wie in Bild 2a. Vergrößerung 65fach.

I. Elektrolytische Verfahren unter Verwendung wässeriger Lösungen.

IA. Raffinationsverfahren mit Hilfe löslicher Anoden.

Bei diesem Verfahren fällt dem elektrischen Strome die Aufgabe zu, ein unreines, sogenanntes Roh- oder Schwarzkupfer, das gewöhnlich durch rein thermische mit Brennstoff arbeitende Prozesse erzeugt ist, in hochwertiges Elektrolytkupfer überzuführen. Auch Altkupfer ist als Rohstoff verwendbar. Da man auf diesem Weg ein sehr reines Metall, z. B. für elektrische Leitungen, erhalten konnte, fand das elektrolytische Verfahren vornehmlich in den kupfererzeugenden Ländern große Verbreitung, nachdem durch Erfindung der Dynamomaschine die Möglichkeit gegeben war, starke Ströme für technische Zwecke zu erzeugen.

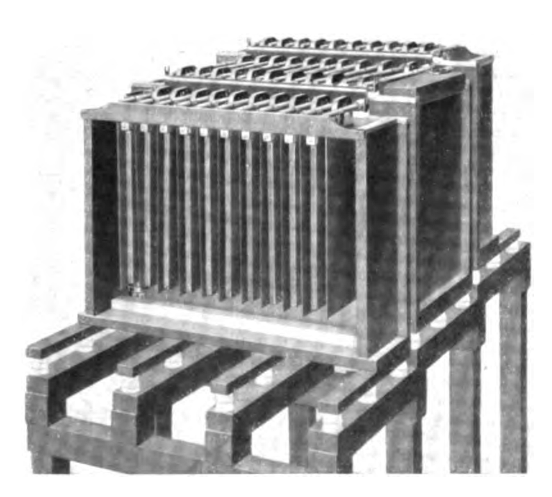


Bild 1. Modell von Kupferraffinationsbädern. Ausschnitt aus einer Badkaskade der Anlage Bild 7.

Wie bei allen ähnlichen Raffinationsverfahren wird auch hier das unreine Metall in Form gegossener Platten in die wässerige Lösung eines seiner Salze gehängt und mit dem positiven Pol einer Stromquelle verbunden, d. h. als Anode geschaltet. Diesen Anoden hängen dünne Kupferbleche, die mit dem negativen Pol der Stromquelle verbunden, d. h. als Kathoden geschaltet sind, gegenüber. Wie Bild 1 zeigt, ist in jedem Bad eine geeignete je nach Anlage und Badgröße wechselnde Anzahl beider Elektrodenarten untereinander parallel geschaltet und mit den längs jedes Bades laufenden Hauptzuführungsschienen des Stromes leitend verbunden. Unter dessen Wirkung löst sich das Kupfer der Anoden und scheidet sich auf den gegenüberstehenden dünnen Kathodenblechen, den sogenannten Mutterblechen, in reiner Form ab. Wie die Bilder 2a und 2b zeigen, besteht der sich bildende Kupferniederschlag aus einer großen Anzahl gestreckter Kristalle, deren Längsrichtung in die Richtung der Stromlinien fällt, d. h. senkrecht zum Mutterblech ist.

Als Elektrolyt dient eine wässerige Lösung von Kupfersulfat (Kupfervitriol), die neben etwa 150 g krist. Sulfat ($Cu\ SO_4 + 5\ H_2\ O$) etwa 100 g freie Schwefelsäure (gerechnet als $H_2\ SO_4$) je Liter enthält.

Die Verunreinigungen des Rohkupfers reichern sich teils in gelöster Form im Elekrolyten an, teils sammeln sie sich am Boden der Bäder in Form des sogenannten Anodenschlammes.

Im Elektrolyten gelöst bleiben die in elektrochemischer Hinsicht dem Kupfer gegenüber unedleren Metalle Nickel, Kobalt, Eisen und

Digitized by Google

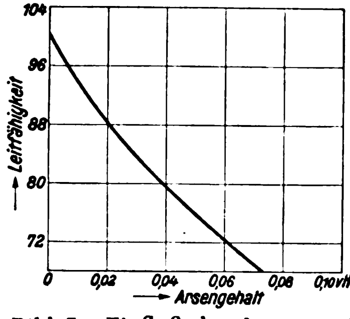
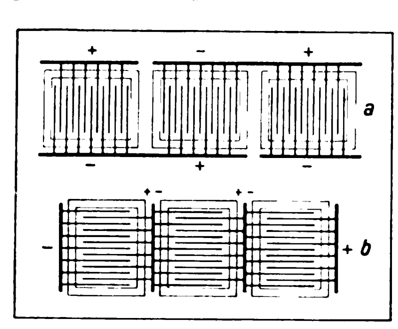


Bild 3. Einfluß des Arsens auf die elektrische Leitfähigkeit des Kupfers. (Reines Kupfer = 100.)

Zink, ferner ein Teil des Arsens und zunächst auch Wismut und Antimon. Da insbesondere schon geringe Arsenmengen die Leitfähigkeit des Kupfers erheblich beeinträchtigen (Bild 3), ist der Anreicherung dieses Elementes im Elektrolyten seitens der Kupferraffinerien besondere Beachtung zu schenken.

In dem Anodenschlamm sammeln sich die dem Kupfer gegenüber edleren Metalle Gold, Silber und, falls vorhanden, auch Platin an, ferner die in den Anoden meist chemisch an das Kupfer gebundenen Elemente Schwefel, Selen und Tellur, außerdem Blei als Bleisulfat, Zinn als basisches Sulfat, wobei der Anodenschlamm neben kleinen mechanisch abgefallenen Anodenteilen noch eine gewisse Menge durch chemische Umsetzungen während der Elektrolyse entstandenes Kupferoxydul, einen Teil des Arsens und der zunächst gelösten und dann wieder ausgeschiedenen Metalle Wismut und Antimon enthält.

Eine normale und im Betriebe bequem zu bedienende Badgröße erhält man durch Wahl einer Strombelastung von 2000—2500 A für jedes Bad. Während man in sehr großen Betrieben Bäder bis zu etwa 10000 A verwenden kann, geht man in sehr kleinen Anlagen auch bis auf geringere Badgrößen von etwa 600 A herab. Die Spannung jedes Bades beträgt im Mittel 0,3—0,5 V. Von diesen Bädern wird eine von der Anlagengröße abhängige Anzahl nach Bild 4a oder 4b hintereinander geschaltet.


Bild 4a und 4b. Schaltungsmöglichkeiten von Kupferraffinationsbädern.

Die Bäder werden in einer Anzahl von etwa 4—9 Stück am besten zunächst treppenförmig und die so erhaltenen Kaskaden nebeneinander angeordnet. Der auf etwa 35—45° C vorgewärmte Elektrolyt tritt in das obere Bad jeder Kaskade ein (Bild 5) und aus dem untersten Bad aus. Hierauf fließt er durch eine Rohr- oder Rinnenleitung zu einem vertieft angeordneten, für mehrere Kaskaden gemeinsamen Sammelbehälter, wird von hier aus mittels einer elektrisch angetriebenen Pumpe zu einem Hochbehälter gehoben und hier durch eine eingelegte Dampfschlange wieder erwärmt, worauf er seinen neuen Kreislauf antritt. Mit Rücksicht auf den schwefelsauren Charakter des Elektrolyten sind alle mit diesem in Berührung kommenden Teile in Blei auszuführen.

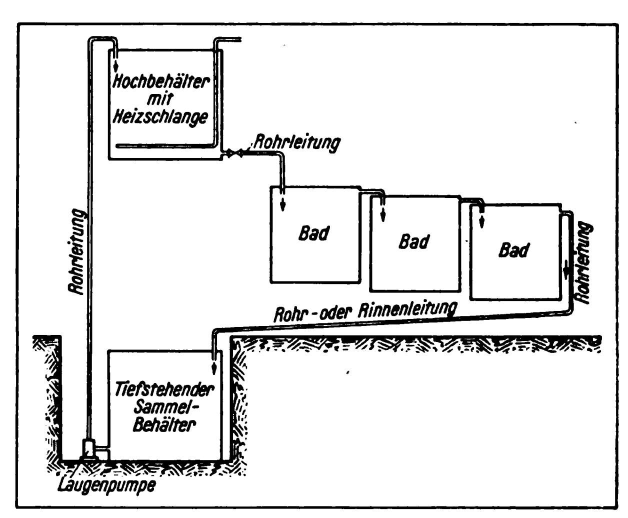


Bild 5. Schematische Kaskadendarstellung einer Kupferraffinationsanlage mit Laugenzirkulation.

Da es notwendig ist, einen Teil der Laugen wegen der Anreicherung an gelösten Verunreinigungen des Anodenkupfers von Zeit zu Zeit aus dem Betriebe zu ziehen, empfiehlt es sich, den Kupfergehalt der Anoden nicht unter 97—98 v. H. Cu zu nehmen und kupferärmere Rohstoffe auf dem Schmelzwege zunächst vorzuraffinieren.

Die Anordnung und sonstige Ausführung von Raffinationsanlagen sei an Hand einer Anlage etwas näher beschrieben, die die Siemens & Halske A.-G. Wernerwerk, Abt. für Elektrochemie, gemeinsam mit den Österreichischen Siemens-Schuckert-Werken, Wien, erbaut hat. Die Anlage diente dazu, Altkupfer auf Elektrolytkupfer umzuarbeiten. In 24 Stunden wurden 10 t Kupfer in einer Reinheit von 99,98 v. H. erzeugt. Die Hauptteile der Anlage sind:

a) Die Schmelzhütte zum Vorraffinieren des Kupfers und Gießen der Anoden. Bild 6

Digitized by Google

zeigt einen Teil der Hütte, die zwei mit Brennstoff gefeuerte Kupfer-Raffinieröfen enthält. Aus der geöffneten Tür des einen Ofens ist mit einem aufgehängten Löffel soeben geschmolzenes Kupfer herausgenommen worden, es wird in eine vor dem Ofen stehende, wagerecht liegende, offene Form zu einer Anode vergossen. In sehr großen Anlagen kann man besondere selbsttätig arbeitende Anodengießmaschinen verwenden.

b) Die Bäderhalle. Wie aus Bild 7 zu ersehen, sind die einzelnen Bäder zu mehreren Kaskaden nebeneinander angeordnet. Aufgestellt sind einschließlich Reserve 220 Bäder und insgesamt 24 Kaskaden.

Die Hoch- und Tiefbehälter für den Laugenumlauf samt den zugehörigen Pumpen sind in 2 Anbauten an den Längsseiten der Bäderhalle untergebracht (Bild 8). Sämtliche Bäder sind ferner zu 2 Stromkreisen von je 110 Bädern unterteilt und die Bäder in jedem Stromkreise hintereinander geschaltet. Die Stromstärke jedes Bades beträgt 2000 A. Zur bequemen Überwachung des Laugenumlaufes stehen die Bäder auf Fundamenten und sind bis etwa zur oberen Badkante von einem den Bädern gegenüber isolierten Bedienungspodium umgeben.

Die Mutterbleche zum Niederschlagen des Kupfers werden in der Anlage selbst erzeugt. Man hängt zu diesem Zwecke 3 mm starke Kupferkathoden, die mit einem dünnen Überzug von Schellack oder gewissen graphithaltigen Pasten und einem isolierenden Rande versehen sind, in eine Anzahl Bäder ein. Der beiderseitige Kupferniederschlag wird, wenn er eine Dicke von $1/2$—1 mm erreicht hat, abgezogen, durch Annieten mit Aufhängestreifen versehen und als eigentliches Mutterblech in die Bäder eingehängt.

c) Der Maschinenraum. Dieser Raum, der von dem Bäderraum getrennt ist, enthält zwei Drehstrom-Gleichstrom-Motorgeneratoren von je 2000 A und 85 V gleichstromseitig. Um im Betrieb eine gewisse Anzahl Bäder ausschalten zu können, werden beide Generatoren zum Regeln der Spannung fremd erregt. Bild 9 zeigt die Umformer, Bild 10 die zugehörige Schalttafel.

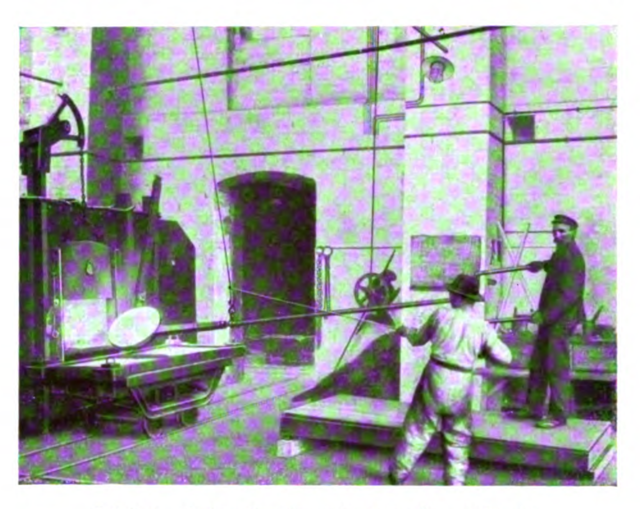


Bild 6. Schmelzofen mit Anodengießerei.

d) Die Schlamm- und Laugen-Verarbeitungsanlage. Der Zweck dieser Anlage ist bereits teilweise angedeutet. Die verunreinigte, dem Betrieb entzogene Lauge ist durch eine Reihe von Koch-, Eindampf-, Kristallisations- und Fällungsprozessen aufzuarbeiten. Auf Hüttenwerken, die über Anlagen zum Erzeugen von Kupfervitriol verfügen, verbindet man vielfach die Laugen-Verarbeitungsanlage mit diesem Betriebe. Der Anodenschlamm, der dieser Anlage ebenfalls zugeführt wird, enthält die gesamten im Rohkupfer vorhanden gewesenen Edelmetalle und wird nach entsprechender Vorbereitung der Edelmetallscheidung zugeführt. Die Gewinnung der Edelmetalle ist für viele Raffinerien eine wichtige wirtschaftliche Stütze. In der

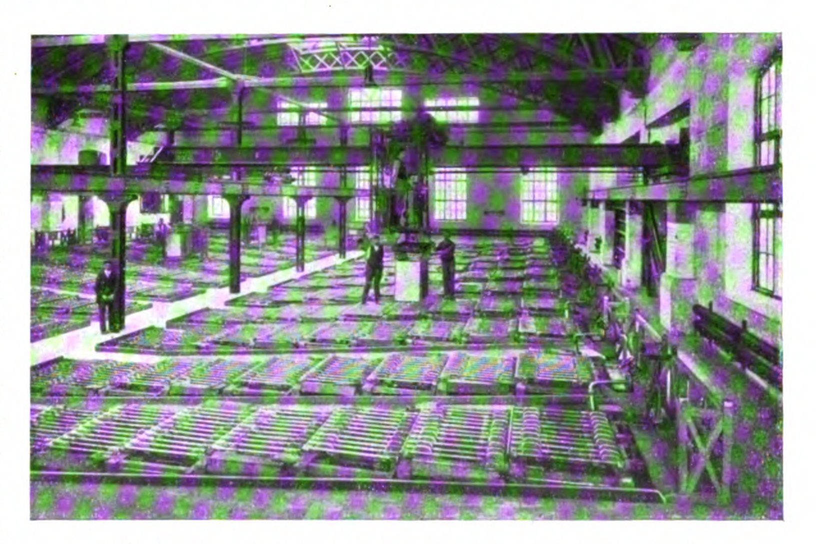


Bild 7. Bäderhalle einer Kupferraffinerie, Innenansicht.

Digitized by Google

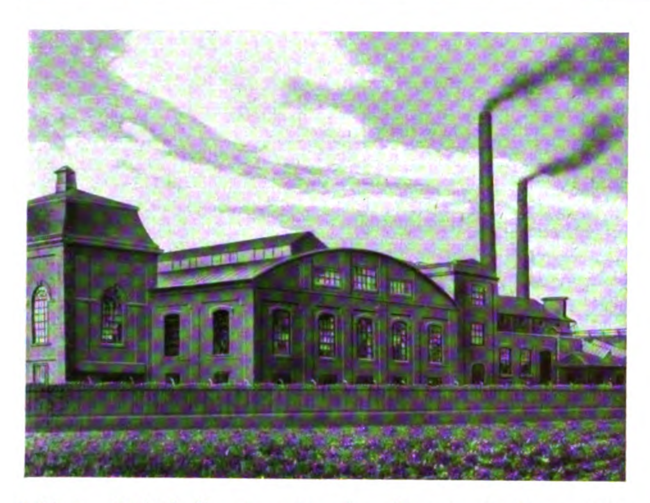


Bild 8. Bäderhalle einer Kupferraffinerie, Außenansicht.

Außenansicht Bild 8 ist die rechts unmittelbar an die Bäderhalle anstoßende Schlamm- und Laugen-Verarbeitungsanlage sichtbar.

Später wurde die beschriebene Anlage zunächst auf Verarbeitung von Messing und schließlich von Glockenbronze umgestellt. Das Messing wurde zunächst im Schachtofen niedergeschmolzen und hierauf in zwei liegenden trommelförmigen Konvertern verblasen. Hierbei verbrannte das Zink des Messings zu Zinkoxyd, das in einer besonderen Anlage kondensiert wurde, während das zurückbleibende Kupfer direkt zu Anoden vergossen werden konnte (Bild 11 Konverteranlage). Im Gegensatz hierzu wurde die später zu verarbeitende Glockenbronze, die etwa 10 bis

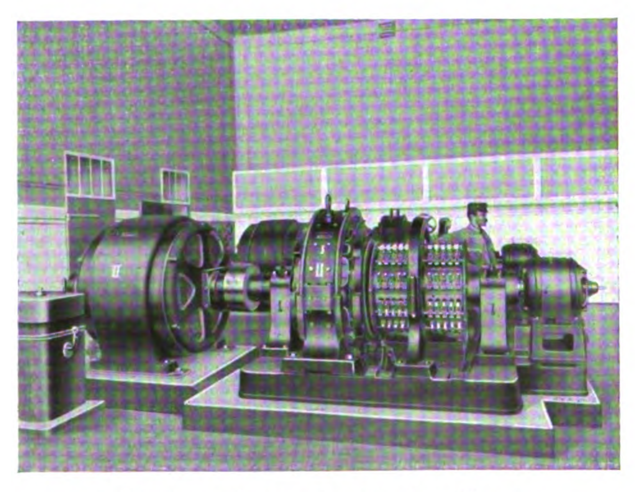


Bild 9. Umformer der Kupferraffinerie.

20 v. H. Zinn enthielt, direkt zu Anoden vergossen und elektrolysiert. Zu diesem Zwecke war es erforderlich, die Betriebsführung der Elektrolyse zu ändern; sie erfolgte fortan nach einem von der Siemens & Halske A.-G. ausgearbeiteten Verfahren. Der in den Bädern angesammelte, sehr zinnreiche Anodenschlamm wurde geröstet, im Ofen auf Rohzinn verarbeitet und dieses in einer besonderen Anlage elektrolytisch raffiniert.

Die Grundsätze, die sich bei den mit Bronzeanoden arbeitenden Kupferraffinerien für den Betrieb ergeben hatten, wurden weiter verwertet beim Verarbeiten edelmetallhaltiger, aus der Schmuckwarenindustrie, besonders der Doubléfabrikation stammender Kupferabfälle. Ihrer elektrolytischen Scheidung in Verbindung mit der elektrolytischen Edelmetallscheidung wendete in der letzten Zeit die Siemens & Halske A.-G. besondere Aufmerksamkeit zu. Aus einem Material mit etwa 87 v. H. Kupfer, 1 v. H. Gold, 2 bis 3 v. H. Silber, 3,5 v. H. Zinn und 7 v. H. Zink läßt sich hierbei durch direkte Raffination Elektrolytkupfer erzeugen, während sich die Edelmetalle in einem Schlamm anreichern, der etwa 15 v. H. Gold, 25 v. H. Silber als Chlorsilber neben Zinn als Zinnsäure und etwas Kupfer und Blei enthält. Ob dieses Verfahren, das in erster Linie für die Verarbeitung von Abfällen in eigenen Betrieben der Schmuckwarenindustrie gedacht ist, wirtschaftlich anwendbar ist, muß man von Fall zu Fall prüfen.

Endlich ist noch ein neueres Kupfer-Raffinationsverfahren zu erwähnen, bei dem im Gegensatz zu dem sonst üblichen sulfathaltigen Elektrolyten die Lösung eines einwertigen Kupferhalogens verwendet wird[1]). Aus dem schwefelsauren Elektrolyten schlägt eine Amperestunde theoretisch 1,186 g Kupfer nieder, aus dem einwertigen Elektrolyten die doppelte Menge. Zur praktischen Durchführung des in den Laboratorien der Siemens & Halske A.-G., Abt. für Elektrochemie, ausgearbeiteten Verfahrens wären also nur halb so viele Bäder wie bei dem erstgenannten nötig, so daß sich die Anlagekosten und auch Löhne, Amortisations- und Verzinsungsquoten entsprechend verringern. Arbeiten zur praktischen Durchbildung des Verfahrens, die sich auch auf die Verarbeitung edelmetallhaltigen Kupfers erstrecken, sind noch im Gange.

[1]) Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemenskonzern 2 (1922), S. 449—455.


Digitized by Google

IB. Verfahren zur Kupfergewinnung aus Laugen mit Hilfe unlöslicher Anoden.

Elektrolysiert man die wässerige Lösung eines Kupfersalzes, z. B. Kupfersulfat, unter Verwendung einer Kupferkathode und einer während der Elektrolyse chemisch unveränderlichen Anode, so wandert zunächst, wie auch bei der Raffination, das Kation, in diesem Falle $Cu^{\cdot\cdot}$, zur Kathode, das Anion, SO_4'', zur Anode. Ist diese unangreifbar, so wird bei der Entladung des Anions an der Anode unter Zersetzung von Wasser freie Schwefelsäure gebildet; der im Wasser enthaltene Sauerstoff entweicht an der Anode in Gasform. Die Anode weist, sofern der Elektrolyt keine Depolarisatoren, in diesem Falle keine den Sauerstoff bindenden Mittel enthält, eine entsprechende Polarisation auf. Die Klemmenspannung eines solchen Bades ist also gegenüber der Spannung eines Raffinationsbades entsprechend höher. Ist das Kupfer an andere Säuren gebunden, so liegen ähnliche Verhältnisse vor. Bei der praktischen Durchführung einer solchen Elektrolyse wird also in dem Maß, in dem sich Kupfer an der Kathode abscheidet, allmählich die Lauge kupferärmer, während sich die dem abgeschiedenen Kupfer elektrochemisch äquivalente Menge freier Säure im Elektrolyten anreichert. Auch bei diesen Verfahren können die Bäder, sofern es sich um größere Anlagen handelt, kaskadenförmig angeordnet werden. In diesem Falle tritt die zu entkupfernde Lauge in das oberste Bad der Kaskade ein und fließt je nach ihrer Durchflußgeschwindigkeit und der Strombelastung der Bäder mit dem gewünschten Entkupferungsgrad aus dem letzten Bad aus. Diese Verfahren sind anwendbar zur Entkupferung von:

a) schwefelsauren Laugen, und zwar:
   1. Laugen, die von der Behandlung von Erzen mit Säure stammen,
   2. gewissen Fabrikwässern;

b) salpetersauren, von der elektrolytischen Silberscheidung herrührenden Laugen.

a) Entkupferung schwefelsaurer Laugen.

1. Laugen von der direkten Verarbeitung kupferhaltiger Erze.

Die in der Natur vorkommenden Kupfererze enthalten das Kupfer teils an Schwefel, teils an Sauerstoff gebunden. Gewöhnlich werden diese Erze, die zumeist sulfidischer Art sind, gegebenenfalls

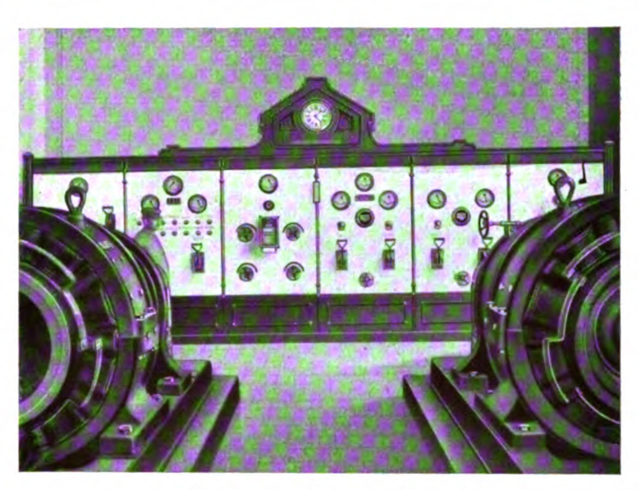


Bild 10. Umformer-Schalttafel.

nach vorhergehender mechanischer Aufbereitung zur Anreicherung des Kupfergehaltes, auf dem Schmelzwege zunächst auf Schwarzkupfer, d. h. ein unreines Kupfer, verhüttet. Dieses wird, besonders bei Gegenwart von Edelmetallen, der bereits erwähnten elektrolytischen Raffination unterworfen.

Gewisse, besonders ärmere und mit wirtschaftlichem Erfolg auf dem vorstehenden Wege nicht

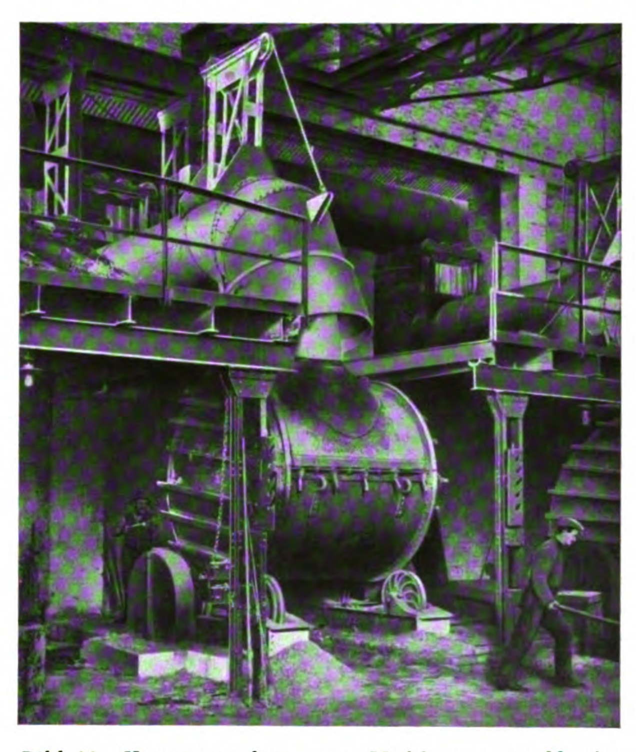


Bild 11. Konverteranlage zum Verblasen von Messing.

mehr verhüttbare Erze lassen sich nun elektrolytisch direkt verarbeiten. Zu diesem Zwecke werden die Erze, entweder direkt oder nach einer ober-

Digitized by Google

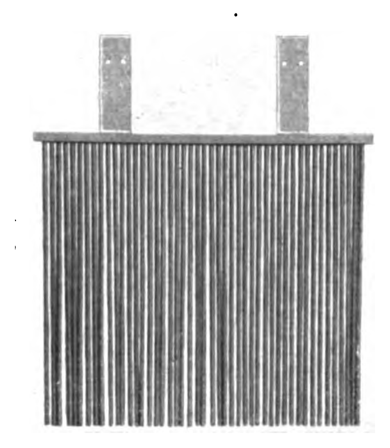


Bild 12. Hartblei-Stabanode, Patent S. & H. (Maßstab etwa 1:16.)

flächlichen Vorröstung, in geeigneten Apparaten, z. B. Rührwerken oder ähnlichen Einrichtungen, mit verdünnter Schwefelsäure behandelt. Die so erhaltene Lauge wird filtriert und den elektrolytischen Bädern zum Zwecke der Kupferabscheidung zugeführt.

Diese Bäder können, sofern besondere Verunreinigungen der Lauge nicht zu besonderen Maßnahmen zwingen, mit Hartbleianoden oder, bei gewissen Verunreinigungen der Lauge, mit Anoden neuerer Art aus Mangansuperoxyd ausgerüstet werden. Beide Anoden sind der Siemens & Halske A.-G. geschützt. Bild 12 zeigt die erste zur Vermeidung mechanischer Spannungen und dadurch bedingter Kurzschlüsse in den Bädern kammförmig ausgebildete Anodenart, Bild 13 eine Ausführungsart der Anode aus Mangansuperoxyd, die sich auch bei der elektrolytischen Zinkgewinnung aus den beim Laugen von Zinkerzen erhaltenen Zinksulfatlösungen und bei verschiedenen elektrolytischen Oxydationsverfahren bewährt hat.



Bild 13. Mangansuperoxydanode, Patent S. & H. (Maßstab etwa 1:13.)

Die aus den Kupferbädern ausfließende und während der Elektrolyse an freier Schwefelsäure angereicherte Lauge wird zum Auslaugen neuen Erzes verwendet. Der Gang des Verfahrens ist in Bild 14 schematisch dargestellt. Die Badspannung beträgt etwa 2,5 V, der Verbrauch an elektrischer Energie, an den Klemmen des Bades gemessen, etwa 2—2,5 kWh für das Kilo gewonnenen Kupfers. Eine Vorbedingung des Verfahrens ist, daß die zu verarbeitenden Erze keine größeren Mengen von Karbonaten der alkalischen Erden wie Kalk und Magnesia enthalten. Denn diese binden bei der Laugung ebenfalls Schwefelsäure, die also für die Lösung des Kupfers verlorengeht, ganz abgesehen von der Schwierigkeit, derartige infolge von Schwefelsäurebindung an Kalk gipshaltige Lauge zu filtrieren.

Da jedes Erz infolge seines besonderen Verhaltens seine besondere Behandlung verlangt, kann die Eignung eines Erzes für das beschriebene Verfahren nur an Hand von Versuchen festgestellt werden.

Nebenbei sei bemerkt, daß für die größte Anlage dieser Art, deren Arbeitsverfahren allerdings von Amerikanern ausgearbeitet worden ist, der Siemens-Konzern die gesamte elektrische Ausrüstung geliefert hat (Kupfergewinnungsanlage zu Chuquicamata in Chile samt Kraftwerk in Tocopilla)[1]).

Ob und mit welchem Erfolge sich eine Elektrolyse auch an die Auslaugung anderer kupferhaltiger Stoffe, z. B. Kupferaschen usw., oder an die mit andern Laugungsmitteln arbeitenden Verfahren angliedern läßt, ist nur von Fall zu Fall zu entscheiden.

2. Entkupferung schwefelsaurer Fabrikabwässer.

Im Betriebe gewisser Fabriken, z. B. bei der Kunstseide-Erzeugung nach dem Kupferoxyd-Ammoniak-Verfahren, entstehen schwefelsaure Abwässer, deren elektrolytische Entkupferung bereits vor mehr als 15 Jahren von der Siemens & Halske A.-G. durchgebildet und seitdem bis in die neueste Zeit in einer Reihe von Be-

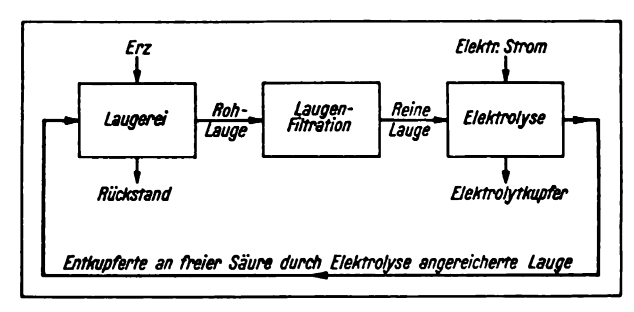


Bild 14. Schematische Darstellung der direkten elektrolytischen Verarbeitung von Kupfererzen.

1) Siemens-Zeitschrift 1 (1921), S. 22—29, und Druckschrift 909 der SSW.

Digitized by Google

trieben mit gutem Erfolg eingeführt wurde. Es handelt sich hierbei meist um kleinere oder mittlere Anlagen von durchschnittlich 100 bis 600 kg Kupfererzeugung in 24 Stunden. Die aus der Fabrikation kommende Lauge, deren Kupfergehalt meist bis 1,5 v. H. beträgt, wird auch hier in einer Reihe kaskadenförmig aufgestellter Bäder in der bereits erwähnten Art entkupfert. Als Anoden verwendet man meist die in Bild 12 dargestellten Hartbleianoden; Bild 15 zeigt eine derartige mit 10 Bädern von je 900 A Strombelastung arbeitende Anlage. Die Badspannung beträgt 2—2½ V.

In ähnlicher Weise lassen sich auch die von gewissen Betrieben der Metallindustrie stammenden schwefelsauren Laugen, z. B. gewisse Beizlaugen, elektrolytisch entkupfern.

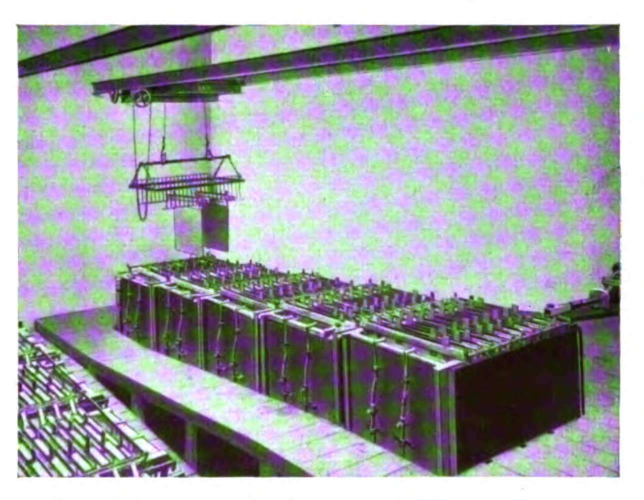


Bild 15. Elektrolytische Laugenentkupferungsanlage einer Kunstseidenfabrik.

b) Entkupferung salpetersaurer Laugen der elektrolytischen Silberscheidung.

Bei der elektrolytischen Scheidung des Silbers[1]), die gewöhnlich unter Verwendung eines salpetersauren Elektrolyten ausgeführt wird, reichert sich der Kupfergehalt der der Raffination unterworfenen Rohsilberanoden allmählich im Elektrolyten an. Sobald dieser etwa 100 g Kupfer im Liter enthält, muß er aus den Bädern abgezogen und durch einen neuen ersetzt werden, da andernfalls das kathodisch abgeschiedene Feinsilber kupferhaltig wird. Da die neueren Silberscheide-Anlagen vielfach gezwungen waren, kupferreichere, z. B. 20 v. H. Kupfer enthaltende Anoden zu verwenden, bedeutete, da sich salpetersaure Kupferlaugen rein chemisch nur sehr unvollkommen auf Kupfer aufarbeiten lassen, das von der Siemens & Halske A.-G. ausgearbeitete und zum Patent angemeldete Verfahren für die elektrolytische Silberscheidung einen nicht unerheblichen Fortschritt. Bild 16 zeigt zunächst eine aus zwei Silberbädern (links) bestehende Silberscheideanlage, der das rechts sichtbare dritte Bad als elektrolytisches Laugenentkupferungsbad angegliedert ist. Diese Entkupferungsbäder werden mit unlöslichen Anoden aus Magnetit (Fe_3O_4) ausgerüstet, von denen eine Anzahl mit einer gemeinsamen Stromzuführungsschiene verbunden ist (Bild 17). Die Entkupferungsbäder arbeiten mit der Badstromstärke der Silberbäder, z. B. das in Bild 16 dargestellte mit 280 A, und sind mit diesen elektrisch in Reihe geschaltet.

Die Entkupferung vollzieht sich derart, daß sich bei der genannten Stromstärke ungefähr 85 v. H. des Gesamtkupfergehaltes der Lauge als Elektrolytkupfer abscheiden, die Lauge also von 100 g bis zu 15 g Kupfer im Liter entkupfert wird. Durch Verringern der Stromstärke auf 220 A gelingt es, weitere 7 v. H., bei anschließender Verringerung auf 110 A noch weitere 6 v. H. des vorhandenen Kupfers abzuscheiden. Die entkupferte Lauge kann zum Zubereiten des neuen Elektrolyten der Silberbäder verwentde

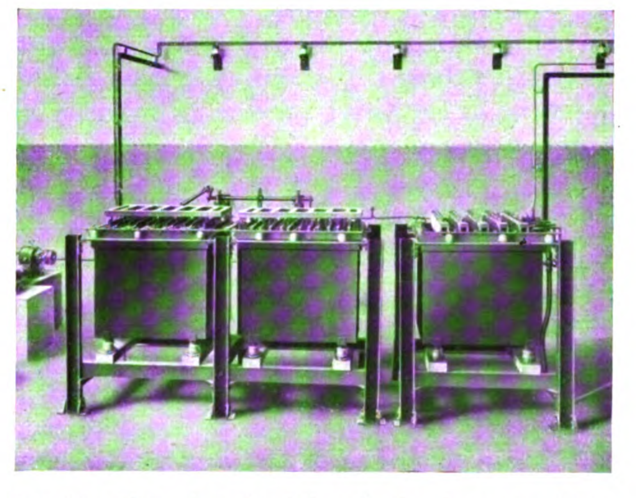


Bild 16. Elektrolytische Silberscheideanlage mit elektrolytischer Ablaugenentkupferung.

werden. In diesem Falle genügt die Entkupferung mit der Betriebsstromstärke der Silberbäder. Die Klemmenspannung eines Entkupferungsbades

[1]) Siemens-Zeitschrift 2 (1922), S. 16—22, und Druckschrift Ww. 69.

Digitized by Google

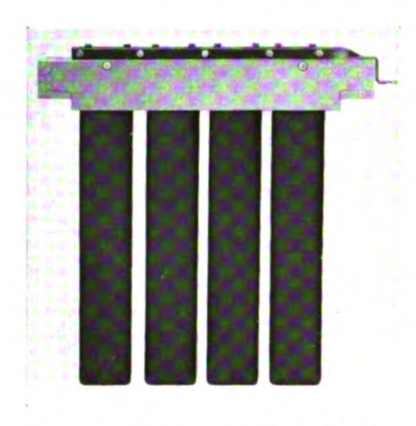


Bild 17. Magnetitanoden. (Maßstab etwa 1:15.)

beträgt 2,5—3 V, der Energieverbrauch etwa 3 kWh für das kg gewonnenen Kupfers, die Stromausbeute etwa 95 v. H. des theoretischen Wertes. Bild 18 zeigt das Schliffbild einer nach dem Verfahren erhaltenen Kupferkathode. Wie das Gefüge erkennen läßt, ist das hierbei erhaltene Kupfer dem sonstigen Elektrolytkupfer gleichwertig.

IC. Sonstige elektrolytische Verfahren.

Unter diesen Verfahren ist u. a. der Herstellung chemischer Verbindungen, z. B. von Kupferoxydul, durch Elektrolyse von Kupferanoden unter besonderen Bedingungen zu gedenken. An der Grenze zwischen hüttenmännischer Kupfergewinnung und galvanoplastischen Verfahren steht ferner die vereinzelt ausgeführte elektrolytische Herstellung fertiger Kupfererzeugnisse, wie Rohre, Bleche, Bänder, Metallpulver u. dgl., oder die Erzeugung fertiger Gebrauchsgegenstände durch Elektrolyse. Nicht in das Gebiet der vorliegenden Betrachtung fallen schließlich die rein galvanostegischen, d. h. nur der Oberflächenveredelung dienenden Verfahren, die entsprechend ihrem Zweck unter besonderen Bedingungen arbeiten.

II. Anwendung des elektrischen Stromes zu elektrothermischen Zwecken.

IIA. Elektrothermische Kupfergewinnung aus Erzen.

Die Verarbeitung der in der Natur vorkommenden Kupfererze auf dem Schmelzweg ist bereits bei der Beschreibung der direkten elektrolytischen Verarbeitung von Erzen kurz skizziert. Es besteht nun vom technischen Standpunkt aus die Möglichkeit, die mit Brennstoffen gefeuerten Öfen durch Elektroöfen zu ersetzen, sei es, daß die letztgenannten auf Schwarzkupfer oder nur auf ein kupferhaltiges sulfidisches Zwischenprodukt wie Kupferstein arbeiten. Über Versuche, die zum Teil in großem, dem wirklichen Betrieb entsprechenden Maßstab, und zwar unter Verwendung von Lichtbogenöfen durchgeführt worden sind, wird in der Literatur verschiedentlich berichtet. Die Werte des Energieverbrauches für die Tonne verarbeiteten Erzes, die sich aus den Versuchswerten berechnen lassen, sind der Größenordnung nach annähernd gleich. Selbst bei sehr reichen Erzen mit beispielsweise 20 v. H. Kupfer läßt sich hieraus ein Energieverbrauch von etwa 5000 kWh für die Tonne gewonnenen Kupfers herleiten, der bei Erzen mit nur etwa 4 v. H. Kupfer auf etwa 25000 kWh für die Tonne Kupfer steigt. Hinzu kommt noch ein Verbrauch an Reduktionskohle von etwa 20—25 v. H. des Kupfergehaltes. Das gewonnene Kupfer ist natürlich noch nicht rein und muß, z. B. auf elektrolytischem Wege, weiter verfeinert werden. Wegen seines Energieverbrauches dürfte das Verfahren deshalb nur in Ausnahmefällen, d. h. beim Vorhandensein außergewöhnlich billiger elektrischer Energie und sonstigen günstigen Bedingungen, überhaupt Aussicht auf wirtschaftliche Durchführbarkeit haben.

IIB. Umschmelzen des Kupfers und seiner Legierungen in Metallgießereien und ähnlichen Betrieben.

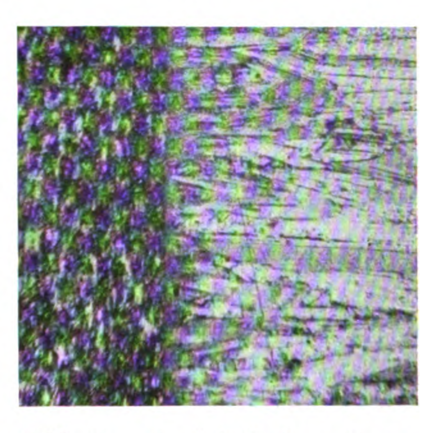


Bild 18. Kupferkathode mit gewalztem Mutterblech, hergestellt durch das Ablaugenentkupferungsverfahren von S. & H., Schnitt senkrecht zur Kathode, geätzt mit ammoniakalischem Wasserstoffsuperoxyd, Vergrößerung 56fach.

Während man in Amerika den Elektroofen, anlehnend an seine Entwicklung in der Eisen- und Stahlindustrie, zum Schmelzen von Nichteisenmetallen, vornehmlich Kupfer und dessen Legierungen, wie Messing und Bronze, bereits seit längerer Zeit verwendete, ist er in Deutschland für diesen Zweck erst später in größerem Umfang in Aufnahme gekommen. Über die Verwendung des Induktionsofens, Bauart Röch-

Digitized by Google

ling-Rodenhauser, zum Schmelzen von Kupferlegierungen ist an dieser Stelle bereits vor einiger Zeit von anderer Seite berichtet worden[1]). Während der Induktionsofen hauptsächlich für Dauerbetrieb, größere Einsatzmengen und gleichbleibendes Material gedacht ist, eignet sich für Einsätze von etwa 100 bis 500 kg und wechselnde Zusammensetzung des Schmelzgutes der Lichtbogen-Strahlungsofen, den Bild 19 in einer von der Siemens & Halske A.-G. gebauten Ausführungsform zeigt. Der Ofen besteht aus einer liegenden, zylindrischen, eisernen, mit feuerfester Zustellung versehenen Trommel, durch deren Stirnseiten je eine Graphitelektrode in das Ofeninnere eintritt. Zum Betriebe dient Einphasenstrom. Das kalt eingesetzte Metall wird zunächst durch den darüber brennenden Lichtbogen eingeschmolzen. Hierauf wird der Ofen langsam gedreht, wobei die geschmolzene Beschickung gut durchgemischt und die Wärme der Ofenzustellung gleichmäßig an das geschmolzene Metall abgegeben wird. Der Metallabbrand während des Schmelzens ist infolge der guten Elektrodenabdichtung, d. h. des gehinderten Luftzutrittes zum Ofeninnern, äußerst gering.

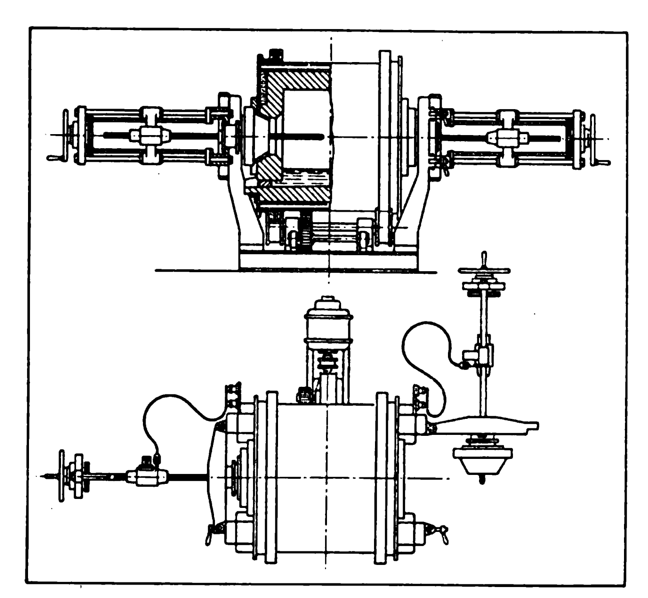


Bild 19. Rollofen für Metallschmelzen.

[1]) Siemens-Zeitschrift 1 (1921), S. 380–385, und Druckschrift Ww. 61.

Das Prüf- und Versuchsfeld (P. V. F.) des Dynamowerks der SSW.

Von Dipl.-Ing. G. Bopp und Dipl.-Ing. G. Köhler, Oberingenieure im Dynamowerk der SSW.

(Schluß.)

Der Drehstrom wird durch einen Ölschalter, der von verschiedenen Stellen des P.V.F. ausgelöst werden kann, dem Prüffeld zugeführt. Durch einen Drehtransformator kann die Spannung um 10 v.H. nach oben und unten geregelt werden. Ein Drehstromtransformator von 2000 kVA kann an das unregulierte oder das regulierte Schienensystem angeschlossen werden und gestattet, da zwölf Spulen je Schenkel an ein Umschaltbrett geführt sind, fast alle Spannungen von 450 bis 10000 V herzustellen. Dieser Transformator ist auf die beiden, schon erwähnten Umleitungen schaltbar, wodurch es möglich ist, an jedem Ort im Prüffeld die gewünschte Spannung dem Netz zu entnehmen. Ferner sind vom Hochspannungsraum noch unmittelbar Kabel nach den Steigen 1 und 2 gezogen und dort an Trennschalter gelegt, so daß man mit Hilfe von transportablen Transformatoren Gelegenheit hat, das Netz zu benutzen, wenn der 2000 kVA-Transformator besetzt ist oder man die Netzspannung gebraucht. Es geht noch eine Ableitung nach dem Gleichrichterraum und eine über einen kleineren Drehtransformator nach Steig 3 und 4, wo hauptsächlich Spannungen von 500 V abwärts gebraucht werden. — Es sei noch erwähnt, daß neuerdings noch ein Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für 1250 kW aufgestellt wurde, dessen Spannungen so gewählt sind, daß man ohne Zwischenglied an das eine oder andere Netz anschließen kann. So ist es möglich, Strom aus jedem Netz zu entnehmen und in jedes Netz hineinzusenden. Die Spannung der Drehstromseite ist in weitesten Grenzen schaltbar, ebenso können auf der Gleichstromseite beide Kollektoren hintereinander geschaltet werden.

Es wurde früher ausgeführt, daß man die Umformer möglichst so anordnete, daß man keine Umleitungen gebrauchte. Dies läßt sich nicht auf der ganzen Linie durchführen. Ohne Umleitungen würde man nicht durchgekommen sein. Wenn nun die Zahl der Umleitungen auch be-

Digitized by Google

schränkt wurde, so ist andererseits die Forderung erhoben und auch erfüllt worden, den Strom einer beliebigen Prüffeldmaschine an einen beliebigen Ort im P. V. F. leiten und sie von da regeln zu können. Zu diesem Zwecke laufen 2 Drehstromumleitungen (Bild 2 u. 8), die für 20 000 V isoliert sind und je 500 A führen können, durch das ganze Prüffeld, und außerdem sind in den einzelnen Feldern (Bild 6) Leitungsschienen für einige tausend Ampere vorgesehen. In den Kellern sind diese Leitungen an der Kellerdecke verlegt (Bild 11). Beide Keller sind durch vier Kabel für je 740 A miteinander verbunden. Um von diesen Leitungen nach den Meßtischen oder zu den Prüfobjekten zu gelangen, sind die Kellerdecken unter den Meßtischen durchbrochen und Öffnungen nach den Gruben in den Kranfeldern angebracht (Bild 2, Schnitt AB). Das Schalten einer Leitung auf einen Erzeuger geschieht nicht durch Schalter, sondern durch Kabelstücke. Auf diese Weise entstanden an einigen Orten in den Kellern Umlegestellen, an denen bis zu zehn Leitungen enden und hier in der verschiedensten Weise durch Kabel miteinander verbunden werden können, wodurch die Anlage einfach und übersichtlich geworden ist (Bild 9). In den nicht unterkellerten Feldern 3, 4, 5 sind die Schienen auf Ständern verlegt, wobei auf die großen dynamischen Kräfte Rücksicht genommen wurde, die bei Kurzschlüssen auftreten. Die oben erwähnten Umleitungen für 20000 V bestehen aus unisoliertem Rundseil aus

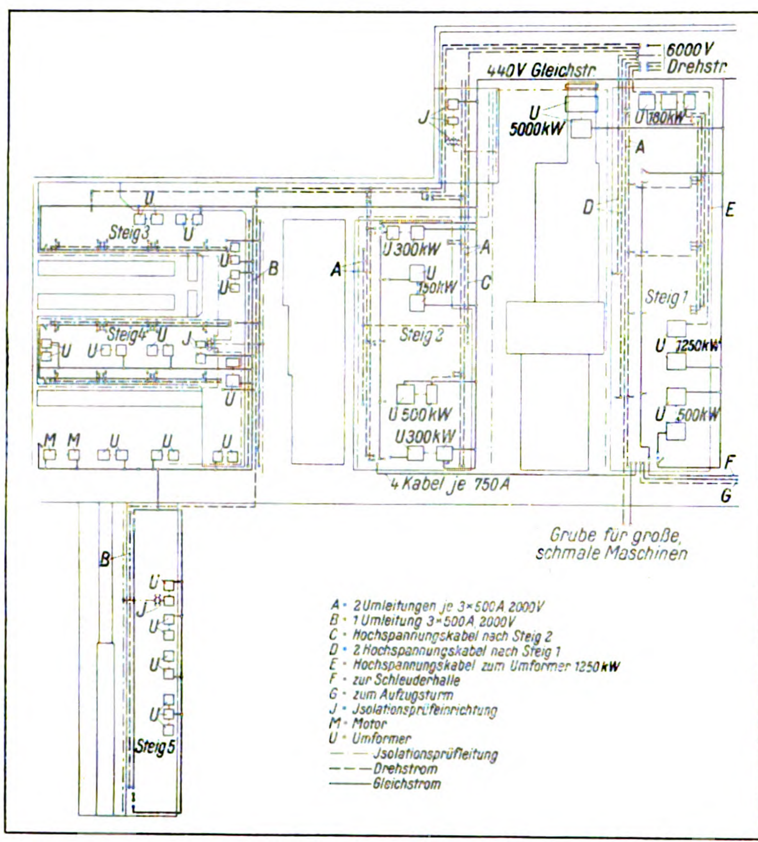


Bild 8. Verteilungsschaltplan (Hauptlinien).

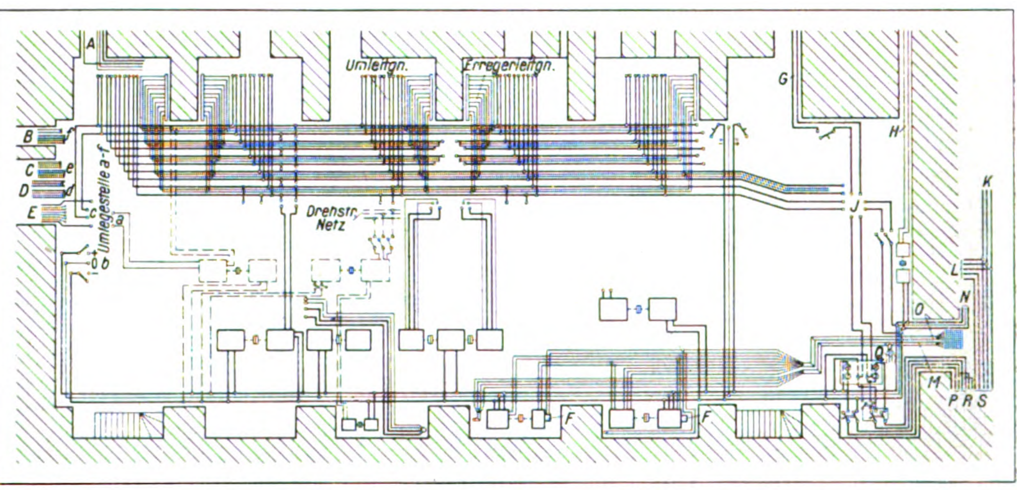


Bild 9. Leitungsplan des Kellerraums Feld 1.

A = zum Walzenzugsmotoren-Prüfstand
B = zur Grube für große, schmale Maschinen
C = zum Feld II
D = zum Aufzugsturm
E = zur Schleuderhalle
F = Frequenzmesser
G = zum Schwungrad-Umformer
H = zur Erregung des Schwungrad-Umformers
I = Umlegestelle
K = zu den anderen Werken
L = zum Prüffeld
M = zum Notausschalter
N = zum Feld II, Netz 440 V
O = zum Gleichrichter- und Transformatorenprüfraum
P = zur Unterstation 1500 A
Q = zu den Automaten
R = zum Kraftwerk 3000 A
S = vom Kraftwerk

Digitized by Google

Kupfer, sie sind an den Säulen der Maschinenhalle befestigt und verspannt. An den Säulen sind zur Abnahme des Stromes dieser Umleitungen Trennschalter angebracht. In Bild 12 ist ein zu einem mittelgroßen Drehstromgenerator gehöriger Prüftisch dargestellt. An die Marmorplatte sind die Klemmen des Generators geführt, von wo die Leitungen durch den Schalter und die Instrumenten-Kurzschlußschalter geführt sind. Letztere werden nur während der Ablesung geöffnet.

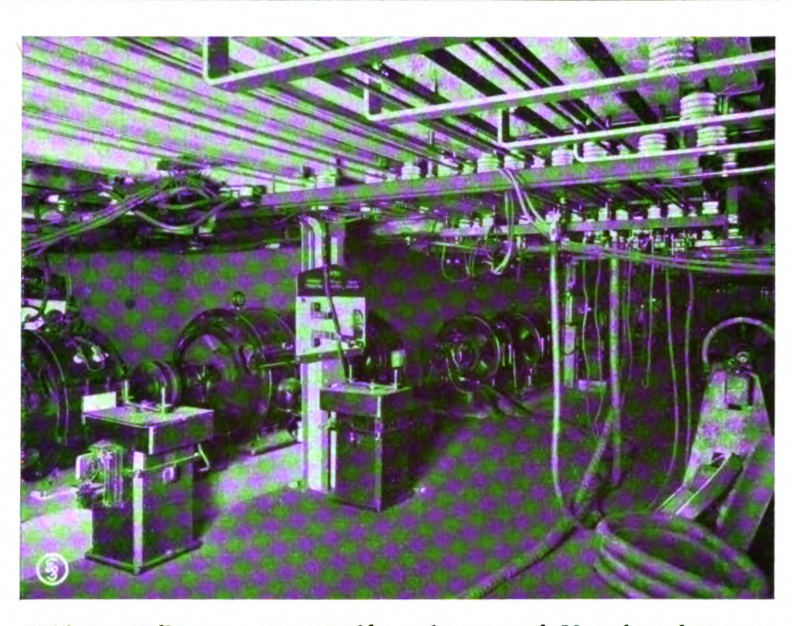


Bild 11. Kellerraum 1 mit Hilfsmaschinen und Verteilungsleitungen.

An allen Maschinen müssen Widerstände und Isolation gemessen und alle müssen auf Durchschlagfestigkeit geprüft werden. Die entsprechenden Prüfeinrichtungen, die mit am meisten benutzt werden, müssen daher das ganze Prüffeld bestreichen. Die Widerstandsmeßtische (Bild 13) bestehen aus drei Teilen: einer Meßeinrichtung für kleine Widerstände bis 10 Ohm mittels Strom und Spannung, einer Wheatstoneschen Brücke für Widerstände größer als 10 Ohm und einer Isolationsmeßeinrichtung. Es sind sieben solcher Meßtische vorhanden.

Bei der Prüfung auf Durchschlagfestigkeit, die ebenfalls auf allen Prüfständen möglich sein muß, werden die verschiedenen Spannungen durch Schaltung der Maschinen oder der

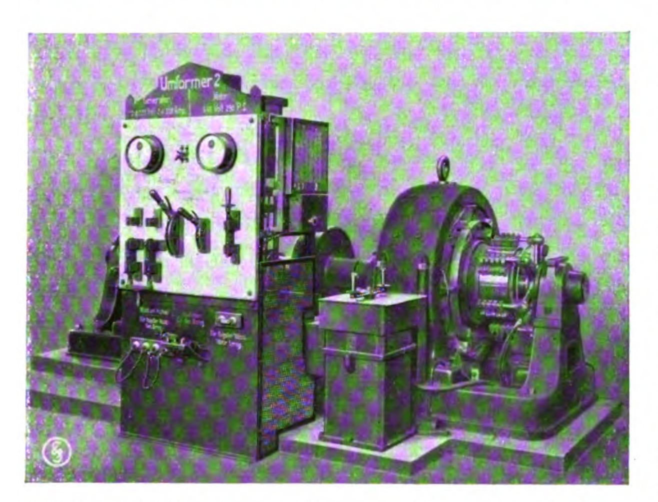


Bild 10. Gleichstrom-Gleichstromumformer mit Anlasser und Schalttafel.

Transformatorspulen erreicht; der genaue Wert der Spannung wird mit Hilfe der Erregung des Generators eingestellt (Bild 14) Es ist darauf geachtet worden, die Größe der Prüfmaschinen nicht zu klein zu wählen, um im Falle eines Fehlers diesen auch zu markieren. Bei großen Maschinen von hoher Spannung kann der Kapazitätsstrom einige Ampere betragen, wobei auf die Selbsterregung des Prüfgenerators zu achten ist. Die Prüfspannung wird unmittelbar gemessen und nicht etwa aus dem Übersetzungsverhältnis des Transformators ausgerechnet. Zur Vermeidung von Überspannungen ist ein Ohmscher Widerstand parallel zum Prüfobjekt gelegt. Die Spannung wird dem Prüfobjekt durch einen blanken, auf Hochspannungsisolatoren verlegten Draht zugeführt und durch eine gut isolierte Schaltstange abgenommen.

Für ein Prüffeld sind Kellerräume erwünscht, weil man viele Hilfsmittel auf einen kleinen Raum zusammendrängen kann. Der Platz auf den Steigen reicht nicht aus; in den Kellern läßt sich die Starkstromleitung bequem führen und sie gestatten eine übersichtliche Anordnung. Sie sind aber auch, wenigstens in kleinem Umfange, wegen der Lagerölschmierung für Schnelläufer nötig. Das Öl, das die Lager der Maschinen verläßt, muß einen genügenden Fall haben, damit es sich nicht staut. Im Keller 1 und 2 sind daher Einrichtungen gebaut worden, um Öl durch Druckrohre den Lagern zuzuführen und das abfließende Öl in Behälter zu leiten, in denen es gekühlt wird. Das ablaufende Öl läuft durch enge Siebe in die Behälter, damit Verschmutzung ausge-

Digitized by Google

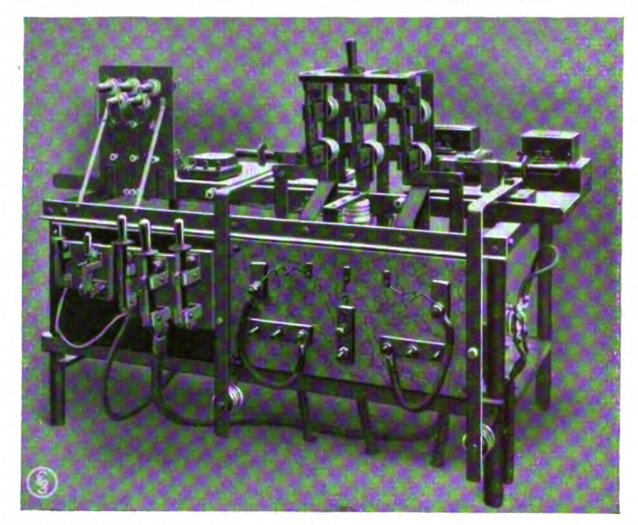


Bild 12. Prüftisch, zu einem Drehstrom-Generator gehörig.

schlossen ist. Eine akustische Signaleinrichtung zeigt an, wenn der Öldruck zu hoch oder zu niedrig wird.

Ein wichtiger Teil der Prüfung umlaufender Maschinen ist das Schleudern. Dies geschieht in einem gepanzerten Schleuderstand, der sich in 60 m Entfernung vom Prüffeld befindet. Die Drehzahl wird vom Prüffeld aus durch Leonardschaltung eingestellt und durch Umdrehungsfernzeiger gemessen. Die Öleinrichtung steht während des Schleuderns unter beständiger Aufsicht. Wenn die Ölpumpe versagt, werden die Lager während der Auslaufzeit aus einem Hochbehälter gespeist.

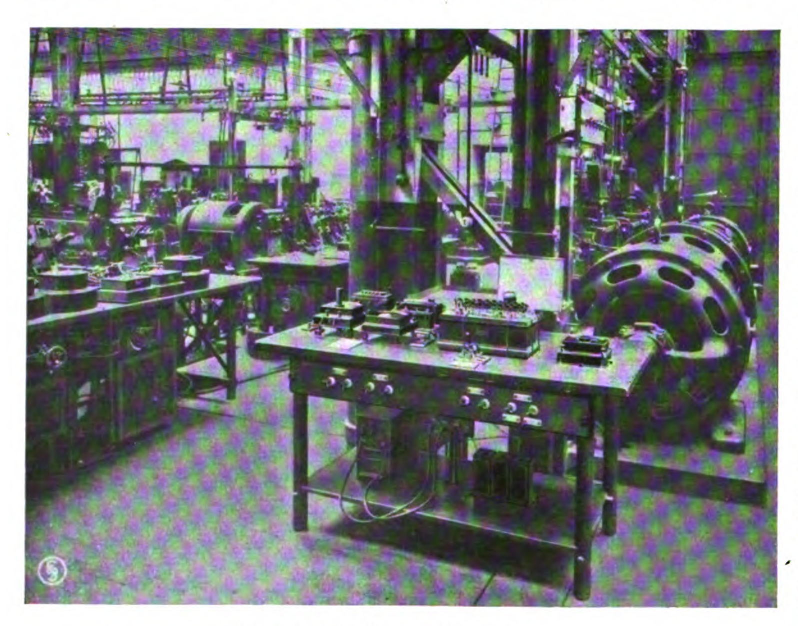


Bild 13. Widerstandsmeßtisch.

Wichtig, aber auch schwierig ist es, Sicherheitsanordnungen zu treffen, insbesondere gegen die unsichtbaren Gefahren. Das Prüffeld ist ein abgeschlossener Raum, der nur von eingeweihten Personen betreten werden darf. Die dort beschäftigten Ingenieure und Monteure sind mit den Leitungsführungen und Schaltanordnungen völlig vertraut, die, wie schon erwähnt, übersichtlich und einfach angeordnet sind. Das Berühren von Leitungen außer denen, mit welchen man selbst arbeitet und deren Spannungszustand man kennt, ist verboten. Hochspannungsversuche werden in einem besonderen Raum ausgeführt. Wenn in den Kranfeldern Hochspannungsdrähte zeitweilig geführt werden, wird der betreffende Raum abgesperrt, wobei besonders auf die Absperrungen der Gruben geachtet werden muß. Um eine unbeabsichtigte Doppelbenutzung der festen Leitungen und Maschinen zu verhindern, werden diese durch Marken belegt. Die Kenntnis des Personals und die Übersichtlichkeit der Einrichtungen aber sind das beste Mittel gegen Unfälle.

Dem P.V.F. angegliedert ist der Raum zur Untersuchung der magnetischen und elektrischen Eigenschaften von Eisen und Kupfer. Die Eisenbleche werden auf Magnetisierbarkeit und Verlustziffer nach dem Differentialverfahren von van Lonkhuyzen untersucht, das für beide Fälle Fehler, wie sie durch ungenaue Spannung und Frequenz und durch anormalen Formfaktor entstehen können, fast ganz vermeidet. Um eine Stromquelle zu haben, die möglichst konstante Spannung ergibt, ist ein Umformer aufgestellt worden, dessen Motor von einer Akkumulatorenbatterie angetrieben wird. Diese Batterie ist größer gewählt worden, als es dem Bedürfnis der Eisenuntersuchung entspricht, um sie auch für andere kleinere Versuche zu gebrauchen, bei denen es auf sehr genaue Ablesungen ankommt; außerdem wird sie zum Antrieb der Eichaggregate verwendet.

Außer den Eisenblechen wird auch das massive Eisen des magnetischen Kreises von Maschinen regelmäßig auf Magnetisierbarkeit gemessen, wo-

Digitized by Google

bei hauptsächlich das Jochverfahren angewendet wird, das auch für kurze Stäbe bis 70 mm Länge herunter brauchbar gemacht wurde. Auch jede Kupferlieferung wird untersucht, wobei es hauptsächlich auf die Leitfähigkeitsbestimmung von großen Querschnitten und Seilen ankommt.

Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Messungen werden in erster Linie vom P. V. F. verlangt, deshalb wurde der Überwachung der Meßgeräte besondere Sorgfalt zugewendet. Zunächst wurde ein Raum eigens für Aufbewahrung, Ausgabe und Eichung der Instrumente vorgesehen; sodann wurde der Instrumentenpark außerordentlich stark vermehrt. Die Zahl der Strom-, Spannungs- und Leistungsinstrumente beträgt zur Zeit mehr als 500; von diesen sind etwa 75 v. H. Laboratoriumsinstrumente. Dazu kommen noch eine große Zahl von Nebenschlüssen, Meßtransformatoren, Tachometer, einige Mikromanometer, U-Röhren und Anemometer für Luftmessungen, einige Torsiographen und Vibrographen, Stoppuhren, Frequenzmesser usw. Es lag nahe, diese Instrumente selbst zu eichen, vor allem um Zeit zu sparen. Auch kleinere Reparaturen mußten zweckmäßig an Ort und Stelle gemacht werden. So entstand im Keller unter dem Eichraum eine Mechanikerwerkstatt, die auch die bei Versuchen benötigten Vorrichtungen baut. Die Instrumente werden gegen Marken ausgegeben. Jedes Instrument wird bei der Zurückgabe untersucht, ob es keinen Schaden erlitten hat.

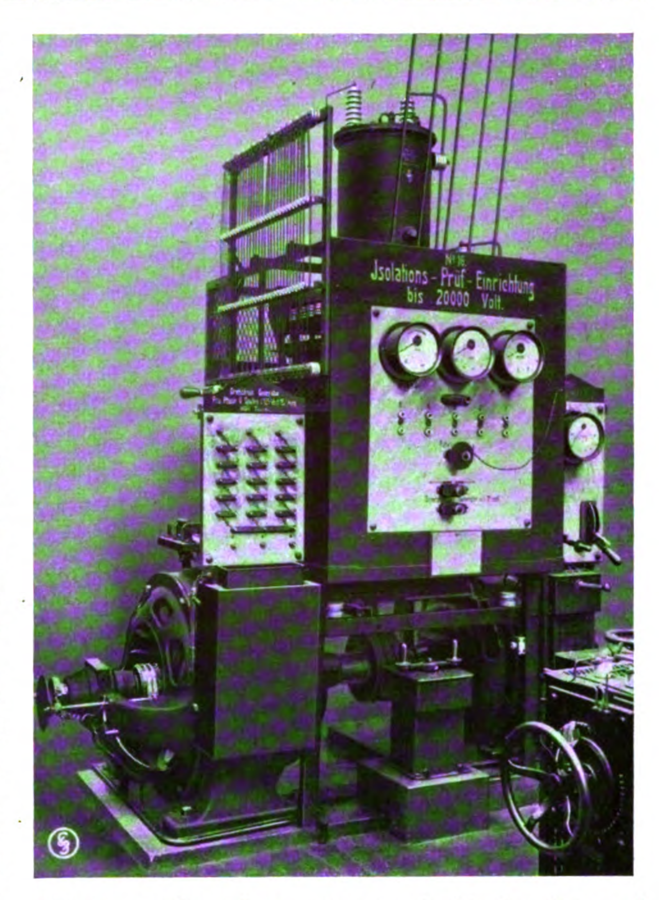
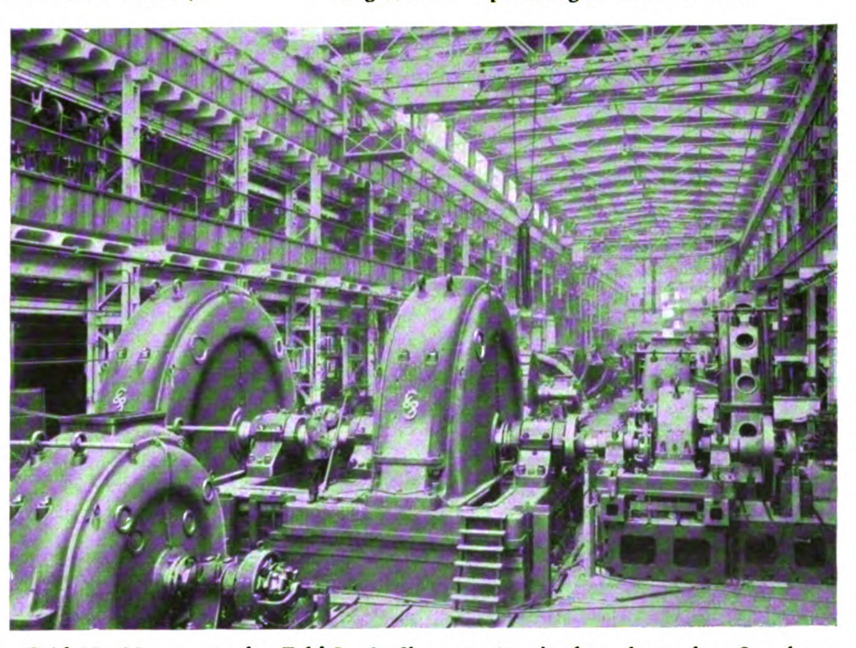


Bild 14. Prüfeinrichtung für Durchschlagfestigkeit auf Steig 3, 4 für Spannungen bis 20000 V.


Bild 15. Montagegrube Feld I. Aufbau zweier direkt gekuppelter Synchron-Generatoren von je 12 000 kVA bei n = 300 Umdrehungen in Kreisschaltung.

Die Eichung, die für jedes Instrument mindestens einmal vierteljährlich stattfinden soll, erfordert einige Akkumulatorenbatterien für Strom- und Spannungseichungen für geringe Leistungen, einen kleinen Wechselstromgenerator mit Stromtransformator, einen zweiten Umformer mit Spannungstransformator für Spannungseichungen und einen dritten Umformer zur Erzeugung von Gleichstromspannung bis 1500 V. Wie schon erwähnt, werden die Motoren dieser Umformer von der großen Batterie gespeist. Die Normalinstrumente nebst Zubehör, mit denen die Instrumente verglichen werden, sind von der Reichsanstalt geeicht.

Digitized by Google

Die maximal vorkommenden Ströme für Gleich- und Wechselstrom betragen etwa 20000 A, die maximalen Wechselspannungen etwa 100000 V.

Dem Eichraum zugeteilt sind ferner drei Oszillographen; ebenso ist eine Dunkelkammer daselbst untergebracht.

Über den Aufbau, die Berechnung und die Bemessung von Gefäßförderungen

Von Dipl.-Ing. Carl M. Roeren, Abteilung Industrie der SSW.
Auszug aus der Dr.-Ing.-Dissertation.

(Schluß.)

Die genaue Erfassung der Schachtreibung durch einen allgemein gültigen rechnerischen Ausdruck ist mit großen Schwierigkeiten verknüpft. Diese sind schon dadurch begründet, daß die Reibungsverluste verschiedener Organe der Fördermaschine in der Schachtreibung zusammengefaßt werden. Die Untersuchung der einzelnen Verluste ergibt, daß die Schachtreibung, abgesehen von zufälligen Einflüssen, hauptsächlich eine Funktion der Seilbelastung und des Quadrates der Fördergeschwindigkeit ist. Da die einzelnen Widerstände klein sind, können sie durch Versuche kaum bestimmt werden. Selbst die Feststellung der gesamten Schachtreibung an ausgeführten Anlagen macht wegen ihrer geringen Größe im Verhältnis zu den übrigen auftretenden Kräften große Schwierigkeiten.

Eine weitere Schwierigkeit für die Erfassung der Schachtreibung besteht darin, daß beim Entwurf die benötigten Rechnungsunterlagen nur teilweise bekannt sind und deshalb auch nicht genau berücksichtigt werden können. Infolgedessen begnügt man sich mit Erfahrungswerten, die die Schachtreibung von bekannten Größen abhängig machen. So werden z. B. nach Philippi die Reibungsverluste in vom Hundert der Nutzlast ausgedrückt. Diese Formel hat jedoch den Nachteil, daß sie vorzugsweise für Schalenförderung aufgestellt ist, d. h. für Maschinen mit verhältnismäßig großen Totlasten. Wird sie auf Gefäßförderung angewendet, so ergibt sich bei gleicher Seilbelastung für beide Förderungen wegen der geringen Totlasten der Gefäße und der entsprechend größeren Nutzlast eine viel zu große Schachtreibung. Es soll daher eine Formel entwickelt werden, die sich auf die Grundgrößen der Fördermaschinen stützt, die Fördergeschwindigkeit berücksichtigt, allgemein gültig und einfach zu handhaben ist.

Für die Geschwindigkeit v und ruhende Luft können die Widerstände wie bei Bahnen nach der Gleichung:

$$(9) \qquad R = a + b \cdot v^2 \ [\mathrm{kg}]$$

abgeschätzt werden. a berücksichtigt die Reibungswiderstände der bewegten Massen, b v^2 den Luftwiderstand der bewegten Förderbehälter. Findet im Schacht Luftbewegung statt, so ist v als algebraische Summe oder Differenz der Fördergeschwindigkeit v' und der Wettergeschwindigkeit V' aufzufassen, somit $v = v' + V'$. Die bewegten Massen einer Fördermaschine sind proportional dem Seilmetergewicht, wie aus Gleichung (7) und (8) hervorgeht. Also ist a und auch b eine Funktion von g. Die Bestimmung der zu g tretenden Faktoren a und b kann nur durch Untersuchung vorhandener Schachtreibungskurven erreicht werden. Diese Untersuchungen ergeben:

$$(10) \qquad R = 41{,}5 \cdot g + 0{,}18\, g \cdot v^2 \ [\mathrm{kg}]$$

für c = 2000 [m] oder aber allgemein

$$(11) \qquad R = g \cdot c \cdot (0{,}02 \div 0{,}00009\, v^2) \ [\mathrm{kg}].$$

Trägt man die nach dieser Formel errechneten Schachtreibungen für verschiedene Geschwindigkeiten über dem Seilmetergewicht auf, so ergeben sich Gerade, die ebenfalls durch den Koordinatenanfangspunkt gehen, Bild 9. Die Seilreibung bei einer bestimmten Geschwindigkeit ist dann lediglich eine Funktion der Seilbelastung des Lasttrums. Die allgemeine Gleichung lautet:

$$(12) \qquad R = g \cdot c \cdot k_2 \ [\mathrm{kg}].$$

Trägt man die Versuchsergebnisse an der Fördermaschine „Deutscher Kaiser VI" und die durch Möglin[1]) errechneten Werte nach den Formeln von Philippi, Havlizek und Ruths, sowie die Schachtreibung nach der neuen Formel auf, so

[1]) Ding. Pol. J. 1918, S. 222.

Digitized by Google

ergeben sich die Kennlinien in Bild 10. Die Kennlinien nach den Formeln von Hauer, v. Reiche und Hrabak liegen so hoch, daß sie aus dem Rahmen des Koordinatensystems herausfallen. Es zeigt sich, daß die neue Formel dem Meßergebnis sehr nahe kommt. Wenn sich auch für kleine Geschwindigkeiten etwas zu hohe Werte, für die größeren Geschwindigkeiten zu kleine Werte der Schachtreibung ergeben, so zeigt der allgemeine Verlauf der Kurve eine gute Annäherung an die Ruthssche Kennlinie, die mit einer auf genaue Versuche aufgebauten Formel errechnet ist[1]).

Endlich wirken auf den Seiltrieb noch die Seilenden zwischen Treibscheibe und Seilscheiben, deren Gewicht durch die Gleichung:

$$G' = g \cdot k_3 \ [\mathrm{kg}] \quad (13)$$

ausgedrückt werden kann. Darin bedeutet G' das Seilmetergewicht eines Seilstückes zwischen der Treibscheibe und einer Seilscheibe in kg, k_3 die Länge des Seilstückes in m.

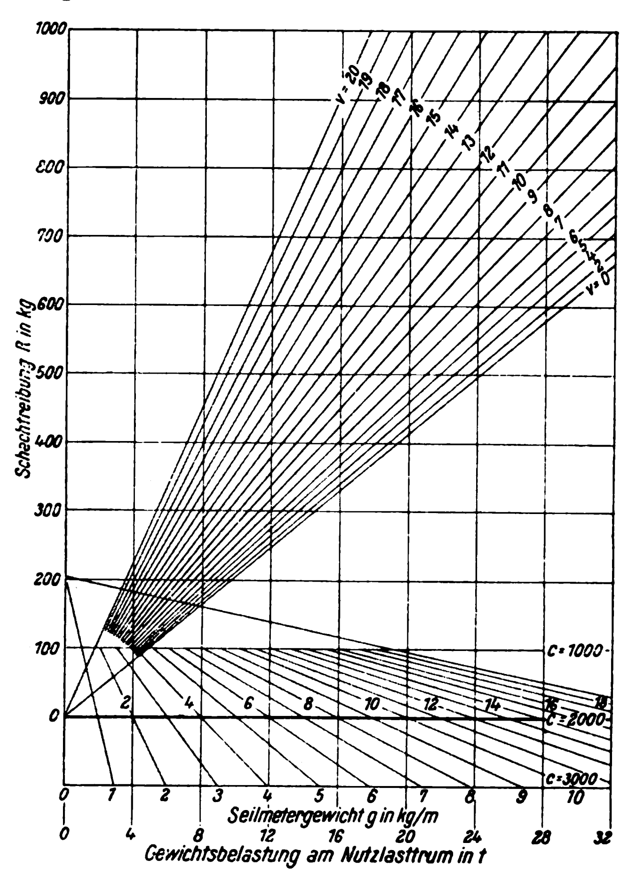


Bild 9. Schachtreibung in Abhängigkeit vom Seilmetergewicht und Traglänge bei verschiedenen Geschwindigkeiten.



[1]) Forschungsarbeiten VDI, Heft 85.

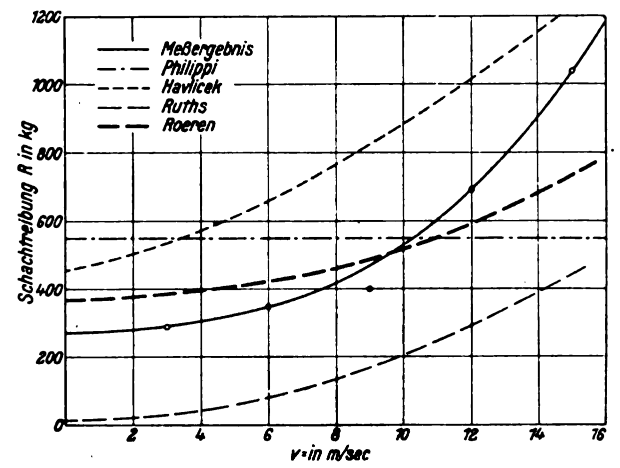


Bild 10. Vergleich zwischen den gemessenen und nach verschiedenen Formeln errechneten Werten der Schachtreibung einer ausgeführten Anlage.

Die gefundenen Größen geben die Möglichkeit, in einfacher Weise die Seilrutschgrenzen bei Treibscheibenförderungen festzustellen. Nach der Eytelweinschen Gleichung ist Gleichgewicht in einem Seiltrieb vorhanden, wenn $s_1 = s_2 \cdot e^{\mu \alpha}$ ist. Es bedeutet s_1 die Spannung am auflaufenden Seilende, s_2 die Spannung am ablaufenden Seilende, e die Basis der natürlichen Logarithmen, μ den Reibungskoeffizienten, α den Seilumschlingungswinkel.

Da die Seilrutschgrenzen durch die Bewegungsänderungen bestimmt sind (Beschleunigung und Verzögerung), so erscheint es zweckmäßig, für einen gegebenen Seiltrieb die Grenzbeschleunigungen und -verzögerungen zu errechnen. Dabei sind folgende vier Betriebszustände zu unterscheiden:

1. Fördern — Beschleunigen — p_b (h)
2. Fördern — Verzögern — p_v (h)
3. Einhängen — Beschleunigen — p_b (s)
4. Einhängen — Verzögern — p_v (s)

Um die allgemeinen Gleichungen der Seilrutschgrenzen zu finden, wird der Seiltrieb der Flurkoepemaschine zugrunde gelegt, da in ihm alle Kräfte gleichzeitig auftreten, die die Seilrutschgrenzen beeinflussen können. Aus diesen Gleichungen lassen sich dann die Gleichungen der übrigen Seiltriebe leicht ableiten. Bedeutet: p_{b_0} die Grenzbeschleunigungen, p_{v_0} die Grenzverzögerungen, 9,81 Erdbeschleunigung, so sind die Seilspannungen für Fördern und Beschleunigen

$$s_1 = N + T + G - G' + \frac{R}{2} + \frac{p_{b_0}}{9{,}81} \cdot (N + T + G + G' + Su) \ [\mathrm{kg}], \quad (14)$$

Digitized by Google

(15) $s_2 = T + G - G' - \frac{R}{2} - \frac{p_{b_0}}{9,81} \cdot (T + G + G' + Su)$. [kg]

In diese Gleichung werden die auf Grund der Untersuchungen gefundenen, von g abhängigen Größen eingesetzt, und zwar für:

(7) $N + T + G = g \cdot c$ [kg]
(8) $Su = g \cdot k_1$ [kg]
(12) $R = g \cdot c . k_2$ [kg]
(13) $G' = g \cdot k_3$ [kg]

Dann wird:

(16) $s_1 = g \cdot c - g \cdot k_3 + g \cdot c \cdot \frac{k_2}{2} + \frac{p_{b_0}}{9,81} (g \cdot c + g \cdot k_3 + g \cdot k_1)$ [kg]

(17) $s_2 = T + G - g \cdot k_3 - g \cdot c \cdot \frac{k_2}{2} - \frac{p_{b_0}}{9,81} (T + G + g \cdot k_3 + g \cdot k_1)$ [kg].

Die einzige von g unabhängige Größe bleibt das Totgewicht T, da das gesamte Seilgewicht G ebenfalls eine Funktion von g ist.

Die Eytelweinsche Gleichung besagt ganz allgemein, daß bei gegebenem $e^{\mu\alpha}$ die Seilrutschgrenzen lediglich von den Spannungen an den beiden Seilenden bestimmt werden. Für den statischen Zustand des Seiltriebes ist aber $s_1 = N + T + G$. $s_2 = T + G$. Dann ist aber:

$$\frac{s_1 - s_2}{s_2} = \frac{N}{T + G} = X.$$

X bezeichnet allgemein das Verhältnis der Überlast des einen Trums zur Belastung des anderen; es ist unabhängig von den absoluten Größen der einzelnen Gewichte N, T, G. Die Bedeutung dieser Größe für die Seilrutschgrenze wurde zuerst von Thallmayer erkannt und zur Konstruktion von Seilrutschkennlinien für bestimmte vorliegende Konstruktionsarten verwendet[1]). Die Größe X ermöglicht für den vorliegenden Rechnungsgang die letzte Veränderliche T als Funktion von g auszudrücken. Durch Einführung von X in Gleichung 7 wird:

$$g = \frac{T + G\ (X + 1)}{c} \text{ oder } T + G = \frac{g \cdot c}{X + 1}.$$

Dadurch ist die Abhängigkeit von T + G von g gegeben. Werden die Gleichungen 16 und 17 durch $g \cdot c$ dividiert und in die Eytelweinsche Gleichung eingeführt, so ergibt sich:

[1]) EKB. 1913, S. 29, Starkstromtechnik 1922, II. Band, S. 510.

(18) $$1 - \frac{k_3}{c} + \frac{k_2}{2} + \frac{p_{b_0}}{9,81} \cdot \left(1 + \frac{k_3}{c} + \frac{k_1}{c}\right) = e^{\mu\alpha}\left[\frac{1}{X+1} - \frac{k_3}{c} - \frac{k_2}{2} - \frac{p_{b_0}}{9,81}\left(\frac{1}{X+1} + \frac{k_3}{c} + \frac{k_1}{c}\right)\right].$$

Daraus folgt:

(19) $$p_{b_0}(h) = \frac{e^{\mu\alpha}\left[\frac{1}{X+1} - \frac{k_2}{2} - \frac{k_3}{c}\right] - 1 - \frac{k_2}{2} + \frac{k_3}{c}}{e^{\mu\alpha}\left[\frac{1}{X+1} + \frac{k_1 + k_3}{c}\right] + 1 + \frac{k_1 + k_3}{c}}\ 9,81\ [m/sec^2].$$

Aus den Spannungsgleichungen der übrigen Betriebszustände ergeben sich durch die gleichen Rechnungsvorgänge die drei übrigen Gleichungen der Seilrutschgrenze:

(20) $$p_{v_0}(h) = \frac{e^{\mu\alpha}\left(1 + \frac{k_2}{2} - \frac{k_3}{c}\right) - \frac{1}{X+1} + \frac{k_2}{2} + \frac{k_3}{c}}{e^{\mu\alpha}\left(1 + \frac{k_1 + k_3}{c}\right) + \frac{1}{X+1} + \frac{k_1 + k_3}{c}}\ 9,81\ [m/sec^2],$$

(21) $$p_{b_0}(s) = \frac{e^{\mu\alpha}\left(1 - \frac{k_2}{2} - \frac{k_3}{c}\right) - \frac{1}{X+1} - \frac{k_2}{2} + \frac{k_3}{c}}{e^{\mu\alpha}\left(1 + \frac{k_1 + k_3}{c}\right) + \frac{1}{X+1} + \frac{k_1 + k_3}{c}}\ 9,81\ [m/sec^2],$$

(22) $$p_{v_0}(s) = \frac{e^{\mu\alpha}\left(\frac{1}{X+1} + \frac{k_2}{2} - \frac{k_3}{c}\right) - 1 + \frac{k_2}{2} + \frac{k_3}{c}}{e^{\mu\alpha}\left(\frac{1}{X+1} + \frac{k_1 + k_3}{c}\right) + 1 + \frac{k_1 + k_3}{c}}\ 9,81\ [m/sec^2].$$

Diese allgemeinen Gleichungen der Seilrutschgrenzen zeigen, daß bei gegebener Seilscheibenanordnung und konstantem $e^{\mu\alpha}$ die Grenzen der Bewegungsänderungen nur von X, d. h. von der statischen Seilbelastung abhängen, da alle übrigen Größen Konstante sind. Allerdings ist X durch die drei Größen N, T, G bestimmt.

Erst durch das Auftreten der Traglänge c in den allgemeinen Gleichungen wird also die Veränderliche X fest umschrieben; denn bei konstantem c, N und T wird G und dadurch allein die Teufe bestimmt. Daher konnte Thallmayer seine Kennlinien empirisch nach Teufen eichen.

Die gefundenen allgemeinen Gleichungen der Seilrutschgrenzen geben die Möglichkeit, Schaubilder aufzutragen, die die Grenzbeschleunigungen und -verzögerungen der verschiedenen Seilanordnungen in Abhängigkeit von der Größe X er-

Digitized by Google

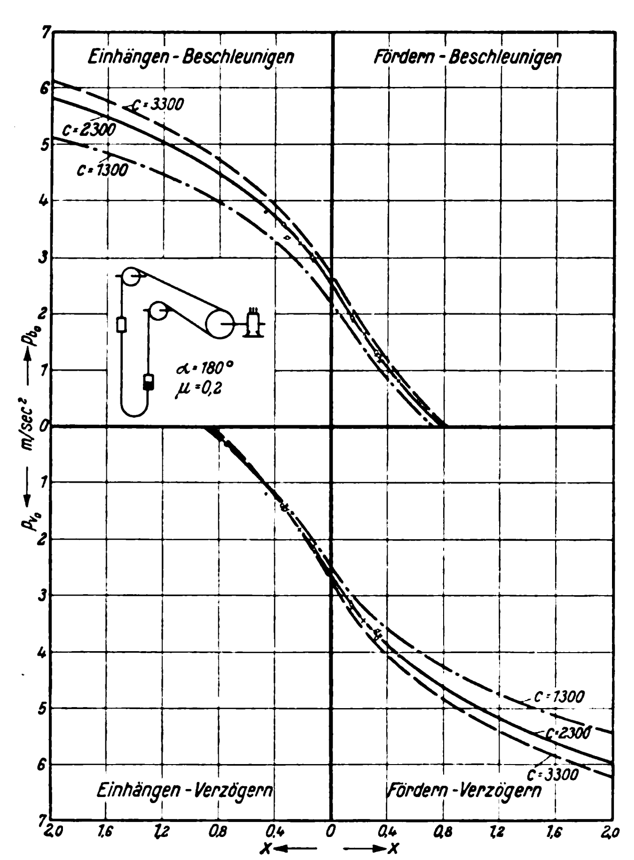


Bild 11. Seilrutschgrenze einer Flurkoepemaschine.

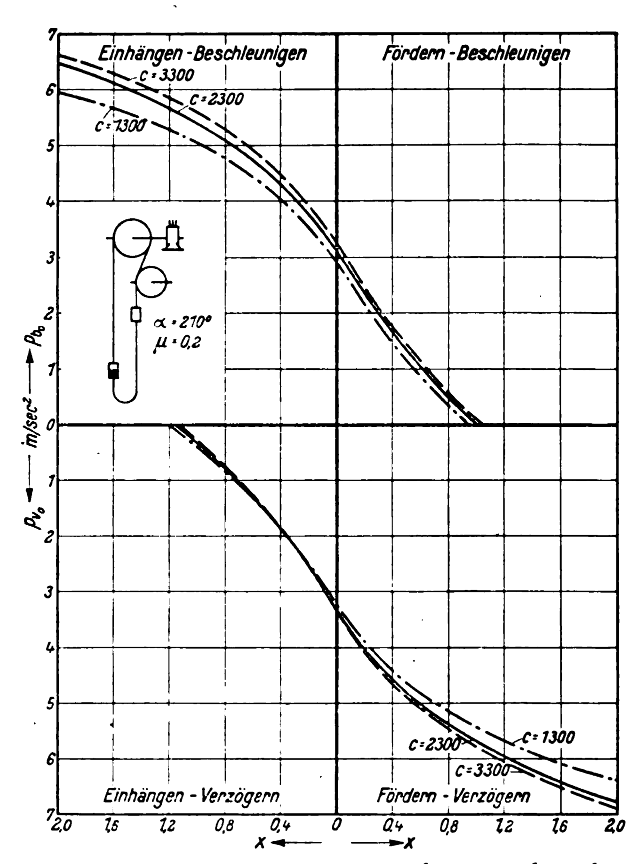


Bild 12. Seilrutschgrenze einer Turmkoepemaschine bei einem Seilumschlingungswinkel von $\alpha = 210°$.

kennen lassen. Bild 11 zeigt derartige Kennlinien für Flurkoepemaschinen, Bild 12 für Turmkoepemaschinen $a = 210°$. Für die Konstanten wurden folgende Werte eingesetzt:

Seilscheibenkonstante. . . $k_1 = 230$

Schachtreibungskonstante $\frac{k_2}{2} = 0{,}01$

Konstante der Seilenden $k_3 = 46$

Traglänge . . . . c $= 1300, 2300, 3300$.

Mit Rücksicht auf die Gefäßförderungen wurde die Schachtreibung klein gewählt, da die Geschwindigkeit für diese Förderung allgemein nicht sehr groß sein wird.

Der Entwurf des mechanischen Teiles der Treibscheibenfördermaschine unter besonderer Berücksichtigung der Gefäßförderung.

Für die weiteren Untersuchungen der Gefäßförderung ist der vollkommene Entwurf einer ganzen Reihe dieser Maschinen erforderlich. Die bisher entwickelten Gleichungen und Kennlinien gestatten in einfachster Weise eine Übersicht über die konstruktiven Größen der zu entwerfenden Maschinen, und zwar nicht nur für verschiedene Nutzlasten, sondern auch für verschiedene Teufen. Diese Übersicht ist deshalb von großer Bedeutung, weil während des Entwurfes die Einwirkung von ändernden konstruktiven Maßnahmen sofort zu übersehen ist. Ferner kann sie aber auch zum Einheitsentwurf von Fördermaschinenreihen dienen und damit für den Hersteller wie für den Bergmann große wirtschaftliche Vorteile bringen.

Grundbedingung für derartige Untersuchungen sind die Festlegungen der Behältergewichte und der Traglänge c der Seile. Die Gefäßgewichte sind der Kennlinie Bild 3 zu entnehmen, die Traglänge c = 3150 m ist unter Zugrundelegung einer sechsfachen Seilsicherheit, einer Bruchfestigkeit von 180 [kg/mm²] und eines $\gamma_i = 0{,}0097$ [kg/cm²] errechnet. Das für die Konstruktion der Fördermaschinen ausschlaggebende Seilmetergewicht läßt sich also für verschiedene Nutzlasten und Teufen leicht feststellen. Aus dem Seilmetergewicht ergibt sich der Durchmesser des

Digitized by Google

Treibmittels und der Umlenkscheibe (Bild 7), so daß damit die grundlegenden Größen der Maschinen selbst bekannt sind. Weiter ist die Kenntnis der zulässigen Beschleunigungen und Verzögerungen notwendig, um die zweckmäßige Seilanordnung wählen zu können. Hierfür steht die Größe $x = \frac{N}{T+G}$ zur Verfügung und bestimmt die Seilrutschgrenzen. Liegen diese als Kurven für verschiedene Treibscheibenanordnungen vor, so kann ihre Ausführbarkeit für die geforderten Beschleunigungen beurteilt werden.

In Bild 13 sind die auf Grund der Untersuchungen gefundenen Ergebnisse in einem Entwurfsplan zusammengefaßt. Aus ihm können sofort sämtliche Entwurfsunterlagen für Gefäßförderungen von 2 bis 20 t bis zu 2000 m entnommen werden, und zwar für eine gewünschte Anfahrbeschleunigung bei einer Traglänge c = 3150 m das Seilmetergewicht, Treibscheiben- und Seilscheibendurchmesser sowie die zweckmäßigste Treibscheibenanordnung. Berechnet man noch die Förderleistung für bestimmte Nutzlasten und Teufen unter Annahme eines bestimmten Geschwindigkeitsdiagramms, so erhält man Kennlinien nach Art der Bilder 14 bis 16. Die Bilder zeigen die Förderleistungen bei Teufen bis zu 2000 m, Nutzlasten bis 20 t und Geschwindigkeiten von 2, 4 und 6 m/s. Als Beschleunigung ist jeweils $p_b = 0,1\,v$ gewählt, die Verzögerung entsprechend dem freien Massenauslauf bei abgeschaltetem Motor.

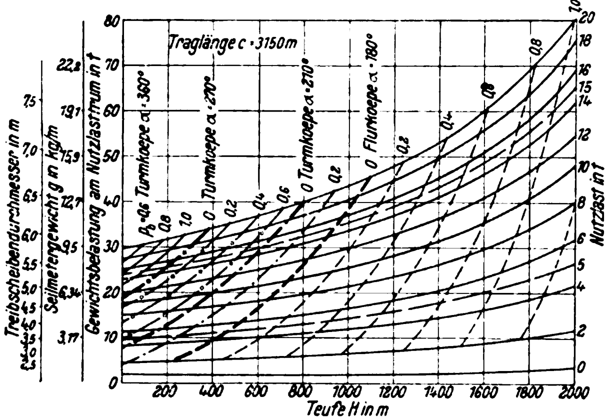
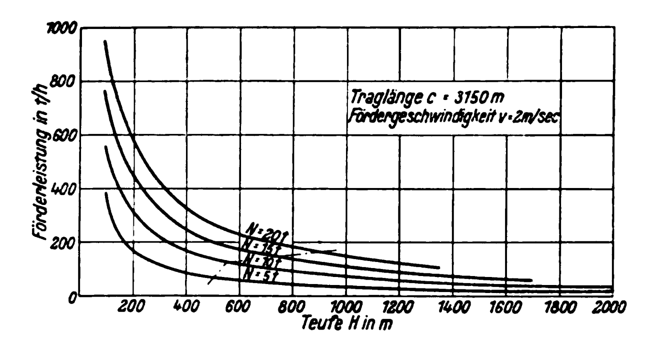
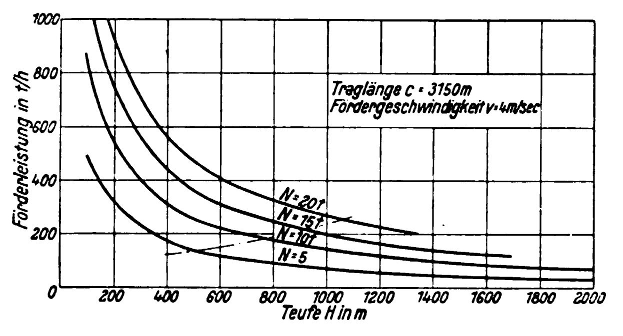


Bild 13. Entwurfsplan für Gefäßförderungen bis 20 t Nutzlast und 2000 m Teufe.

Bei den zugrunde gelegten Rechnungsgrößen würde sich für die angenommenen Beschleunigungen in geringen Teufen Seilrutsch ergeben.





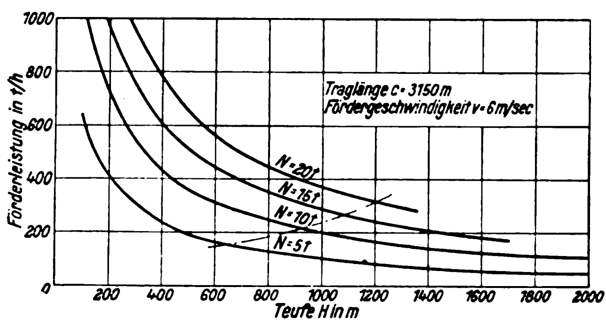


Bild 14 bis 16. Abhängigkeit der Förderleistungen von der Teufe bei verschiedenen Nutzlasten und Geschwindigkeiten.

In diesen Fällen wurde die erforderliche Seilspannung durch Erhöhung der Gefäßgewichte und demzufolge auch der der Seile erreicht. Die erforderlichen Zusatzgewichte und Seile sind mit den entwickelten Gleichungen leicht zu errechnen.

In den Bildern liegen die Gebiete ohne Zusatzgewichte rechts von den strichpunktierten Linien.

Mit Hilfe dieser Unterlagen lassen sich für die gegebenen Verhältnisse in kürzester Zeit eine Reihe von Gefäßfördermaschinen entwerfen. Dadurch erhält man die Mittel, einen Überblick über ihren Wirkungsgrad im allgemeinen und über den Einfluß der Nutzlast und Geschwindigkeit auf die Verluste im besonderen zu erhalten. Die Ergebnisse der Durchrechnung sind aus Tafel 1 zu ersehen. Der Wirkungsgrad steigt bei gleichbleibender Geschwindigkeit mit der Nutzlast und ebenso bei gleichbleiben-

Digitized by Google

der Nutzlast mit sinkender Geschwindigkeit. Gefäßförderungen einer bestimmten Leistung arbeiten also am wirtschaftlichsten, wenn sie für eine möglichst große Nutzlast und mit einer entsprechend kleinen Geschwindigkeit ausgeführt werden.

Weicht die Gefäßfördermaschine selbst in ihrem Aufbau nicht allzusehr von dem der Schalenfördermaschine ab, so sind die erforderlichen Einrichtungen für Füllort und Hängebank grundsätzlich verschieden. Die Anordnung und Durchbildung der Füll- und Abzugsvorrichtungen für die Gefäße sind außerdem abhängig von der Art des Fördergutes und den betriebs- und bergtechnischen Verhältnissen der Gruben. Sie bestimmen weiter die Betriebsweise und die Steuerung der Fördermaschinen selbst, so daß zwischen Gefäßförderungen mit der einfachsten Handbedienung bis zur vollkommensten Selbsttätigkeit zu unterscheiden ist. (D. R. P. 392 005.)

Trotz ihrer großen Vorteile wird die Gefäßförderung die Schalenförderung nie ganz verdrängen, da einige durch ihren Aufbau und ihre Arbeitsweise bedingten Eigenschaften in manchen Fällen ihrer allgemeinen Einführung entgegenstehen. Das hauptsächlichste Anwendungsgebiet ist die Produktengroßförderung, zumal bei zunehmenden Teufen. Dort wird ihr durch ihre Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit eine bevorzugte Stellung eingeräumt werden müssen.

Tafel 1.

Gefäßförderungen mit indirektem Antrieb durch Drehstromasynchronmotoren

Teufe 500 m; Traglänge c = 3150 m; Turmkoepe $\alpha = 210°$; Zusatzgewichte G_z.

v / p_b / x	N	G_z	g	Treibscheibe Ø	n_{motor}	Vorgelege Übers.	L_{motor}	$G_{rot.\,red.}$	$G_{ges.}$	$\eta_{schacht}$	$\eta_{mech.}$	p_v	Freier Auslaufweg	$L_{eff.}$	$\eta_{ges.}$	L	A	Fl	H_{max}[2]
	t	t	kg/m	m	Umdr/min		kW	t	t	v. H.	v. H.	m/s²	m	kW	v. H.	kW/Sch.PS	kWh/Zug	t/h	m
v = 2 m/s, p_b = 0,2 m/s², x = 0,91	5	0	3,66	3,5	365	33,5	130	33,1	68,5	95,5	80,6	0,91	2,2	120	72,5	1,015	9,4	76	500
	10	0,38	6,68	5	490	64	265	75,5	118,1	95,8	80,9	1,07	1,87	243	72	1,02	18,9	138	550
	15	2,5	10,0	5,5	490	70,5	350	142	209	95,8	80,9	0,895	2,24	360	74	0,995	28	200	750
	20	5,3	13,35	6,5	490	83,5	520	190	283	95,7	80,9	0,88	2,28	476	75	0,98	37	265	900
v = 4 m/s, p_b = 0,4 m/s², x = 0,79	5	0	3,66	3,5	490	22,4	265	19	48,5	95,3	80,5	1,12	7,16	244	71	1,038	9,6	138	500
	10	1,8	7,2	5	490	32	520	47	97,2	95,3	80,5	1,29	6,2	476	71,6	1,025	19	250	750
	15	4,6	10,8	6	590	46,4	750	98	171	95,3	80,5	1,09	7,4	712	74	0,995	28,2	362	930
	20	8,2	14,35	6,5	592	50,4	1000	174	265	95,3	80,5	0,95	8,4	928	74,5	0,99	37,4	470	1060
v = 6 m/s, p_b = 0,6 m/s², x = 0,7	5	0,53	3,86	3,5	490	14,9[1]	350	15,8	41,4	94,5	87[1]	1,37	13,1	312	75[1]	0,982	9,1	190	650
	10	3,15	7,72	5	368	16	750	38	89,4	94,6	80	1,39	12,95	717	70	1,05	19,5	355	900
	15	6,7	11,6	6	495	25,9	1100	82	159	94,6	80	1,18	15,2	1070	70	1,05	29,8	505	1080
	20	10,9	15,4	6,5	495	28,2	2040	128	233	94,6	80	1,085	16,5	1395	71	1,035	39,4	640	1200

[1]) Nur 1 Vorgelege.
[2]) Mit der gleichen Maschine nach Fortfall der Zusatzgewichte erreichbare Teufe.

Digitized by Google

Die Entwicklung der Pupinspulen

Von F. Hörning, Obering. im Zentrallaboratorium des Wernerwerks.

In den Kupferdrähten langer Telephonleitungen treten erhebliche Wärmeverluste auf, und dadurch wird die Reichweite begrenzt. Ein wichtiges Mittel, diese Verluste zu verringern, besteht darin, daß man die Leitungsinduktivität künstlich vergrößert. Pupin hat im Jahre 1900 die Aufgabe, die Induktivität zu erhöhen, praktisch gelöst und damit den Grundstein für die Telephonie auf weite Entfernungen gelegt.

Man vergrößert die Induktivität, indem man in den Leitungszug Drosselspulen in bestimmten Abständen einbaut, die in praktischen Fällen etwa die Größe von 2 km haben. Es ist besonders lehrreich, den Weg zu verfolgen von den ersten Versuchen, hierfür geeignete Spulen herzustellen, bis zur heutigen Pupinspule. Seit diesen ersten Versuchen hat sich ja die Fernsprechtechnik selbst rasch entwickelt, und dies spiegelt sich in den Ausführungsformen, die man den Pupinspulen entsprechend den wachsenden Anforderungen an ihre elektrischen Eigenschaften im Laufe der Zeit gegeben hat.

Im Anfang der Entwicklung erstreckten sich die Bemühungen fast ausschließlich darauf, einen möglichst geringen Wirkwiderstand, also eine große Zeitkonstante zu erzielen, da besonders bei starkdrähtigen Leitungen die Gefahr nahe lag, daß durch den Widerstandszuwachs beim Einschalten der Spulen ein großer Teil der erstrebten Dämpfungsverminderung wieder verloren ging. Solenoidform hatte sich von vornherein wegen der großen Streuung als unbrauchbar erwiesen; so wandte man sich der Ringspule zu. Als Kernmaterial war zunächst weiches Eisen untersucht worden, wie es in der Wechselstromtechnik allgemein verwendet wird. Für den vorliegenden Zweck war es jedoch ungeeignet, da die Eisenverluste eine unzulässige Höhe annahmen. Überraschenderweise zeigte es sich, daß mit zunehmender Härte des Materials die Verlustwiderstände niedriger ausfielen. Schließlich wurde in einer Siliziumlegierung ein Material gefunden, das bei einer Blechstärke von nur 0.03 mm, und wenn es außerordentlich hart gewalzt war, zufriedenstellende Ergebnisse zeitigte. Jede Spule bekam zwei Wicklungen, die in die beiden Adern der Doppelleitung eingeschaltet wurden. Auf diese Weise erreichte man die erforderliche Symmetrie, die auch bei Änderungen im magnetischen Zustand des Eisenkernes, wie sie durch unbeabsichtigte zu starke Belastung der Spulen hervorgerufen werden konnten, aufrechterhalten blieb.

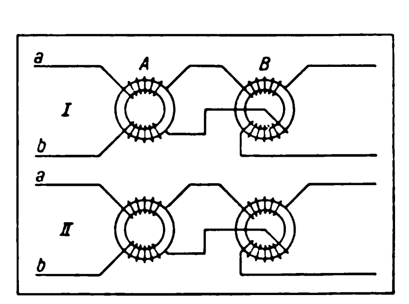


Bild 1. Pupinisierung von Doppelsprechkreisen nach A. Ebeling.

Die auch bei den Ringspulen noch störende magnetische Streuung wurde durch den Einbau der Spulen in Metallkappen, die gleichzeitig einen mechanischen Schutz der Spulen bildeten, unschädlich gemacht. Die mechanische Haltbarkeit erforderte daneben weitere eingehende Untersuchungen, die sich auf das Imprägnieren der Spulen, die Wahl geeigneter Vergußmassen und vor allem auf den Einbau der Spulen in wetterfeste und wasserdichte Bewehrungen bezogen.

Mit solchen Spulen ist als erste unterirdische Fernsprechverbindung in Deutschland das Kabel Berlin—Potsdam ausgerüstet worden, das sich seit 16 Jahren ununterbrochen in Betrieb befindet. Mit diesen Blechkernspulen kann man den ersten wichtigen Abschnitt in der Entwicklung der Pupinspule als abgeschlossen betrachten.

Neue Ansprüche traten an die Pupinspulenfabrikation heran, als im Jahre 1908 Herr Dir. Dr. Ebeling den Weg zur erweiterten Ausnützung der Leitungen durch das Pupinisieren der Vierersprechkreise zeigte. Bild 1 veranschaulicht die zuerst in die Praxis eingeführte Ausführungsform; der Viererkreis wird hier durch die Doppelspulen B belastet, die in die Stammkreise I und II jedoch keine Induktivität bringen dürfen. Daher muß die Streuung zwischen den beiden in den a- und b-Zweigen liegenden Wicklungen Null sein. Um dies zu erreichen, wurde eine neue Wicklungsart angewendet, bei der beide Wicklungen einer Spule gleichmäßig über den ganzen Kern verteilt sind. Die Restinduktivität und die Verluste werden hierdurch auf einen unschädlichen Betrag herabgesetzt. Auf

Digitized by Google

diese Weise konnte ferner die für die Freiheit von Nebensprechen zwischen Vierer- und Stammkreis erforderliche Symmetrie der Wicklungshälften erzielt werden. Dazu war es weiter erforderlich, Kerne mit größerer magnetischer Stabilität herzustellen. Aus einer Reihe von Versuchen, unter anderem mit gepreßtem Eisenpulver, ergab sich als geeignetes Material ein legierter Stahldraht von 0,15 mm Stärke, aus dem die Kerne gewickelt wurden. Die Versuche mit Eisenpulverkernen wurden zwar zu einem gewissen Abschluß gebracht, jedoch damals abgebrochen, weil man beim Rheinlandkabel und auch für die weitere Zukunft mit Leiterstärken von über 2 mm rechnen mußte; Spulen mit Eisenpulverkernen hätten für 3 mm starke Leiter aber wegen der geringen Permeabilität derartige Abmessungen angenommen, daß man aus wirtschaftlichen und technischen Gründen davon Abstand nehmen mußte, sie zu verwenden. Außerdem ließen sich die Drahtkernspulen soweit verbessern, daß sie den damaligen Ansprüchen genügten. Der zum Herstellen der Drahtkerne dienende isolierte Stahldraht wird unmittelbar vor dem Aufwickeln mit einem schnelltrocknenden Klebstoff überzogen, um den Kernen die nötige mechanische Festigkeit zu geben. Die mit solchen Drahtkernen hergestellten Pupinspulen änderten ihre Induktivität bei einer Magnetisierung mit 200 mA in einer Wicklung um nicht mehr als 2 v. H. während die Blechkernspulen schon bei einer Belastung mit 50 mA eine Änderung von mehr als 5 v. H. aufwiesen.

Die Drahtkernspulen haben den weiteren Vorteil, daß infolge der größeren Unterteilung des Kernes der Verlustwiderstand erheblich geringer und außerdem weniger von der Frequenz abhängig ist als bei den Blechkernspulen. Seit dem Jahre 1905 ist eine große Anzahl oberirdischer Leitungen und Kabel in Deutschland und in anderen europäischen Ländern mit solchen Spulen ausgerüstet worden, von denen als die wichtigsten das Bodenseekabel, die Seekabel Frankreich—England und England—Belgien, die Verbindungskabel des rheinisch-westfälischen Industriebezirkes und vor allen Dingen das Rheinlandkabel als erstes Fernkabel des bereits vor dem Kriege geplanten deutschen Fernkabelnetzes zu nennen sind.

Beim Rheinlandkabel, für das die Versuchsarbeiten im Jahre 1910 begannen, wurden für

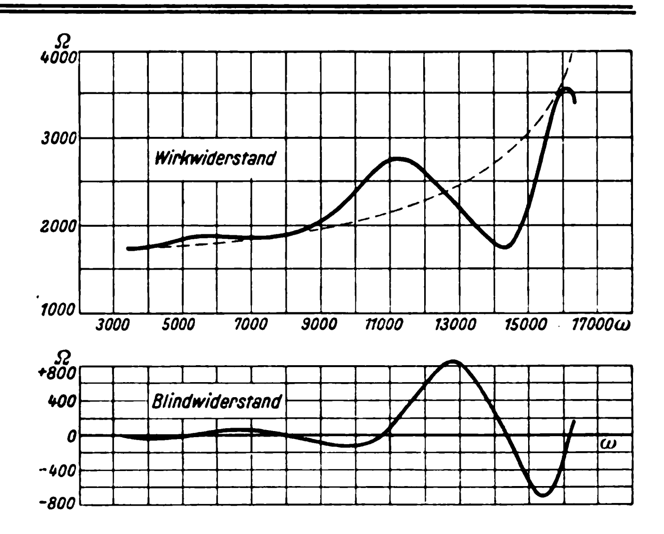


Bild 2. Verlauf des Wellenwiderstandes bei einer um 5 v. H. abweichenden Induktivität der ersten fünf Spulen.

die 2 und 3 mm starken Kupferleiter besonders hohe Ansprüche hinsichtlich des wirksamen Widerstandes der Pupinspulen gestellt. Man konnte sie erfüllen, indem man einen besonders legierten Stahldraht von 0,10 mm Stärke verwendete, die Stärke der Kupferdrähte nach dem Wicklungsdurchmesser abstufte und eine äußerst sinnreich konstruierte Wickelmaschine benutzte, die die Wicklung regelmäßig und in glatten Lagen aufbrachte, so daß der Wickelraum auf das vollkommenste ausgenutzt werden konnte. So ließ sich bei einem Gewicht der fertigen Spule in Metallkappe von 10 kg eine Zeitkonstante von 0,04 erzielen, wie sie erforderlich war, um die Dämpfung für die 3-mm-Leiter auf den Wert $\beta = 0{,}0031$ herabzusetzen.

Der letzte Abschnitt in der Entwicklung der Pupinspule begann mit der Einführung der Fernsprechverstärker, die es ermöglichen, dünnere Leiter zu verwenden. Aus diesem Grunde konnten zunächst die Anforderungen an die Zeitkonstante der Pupinspulen wesentlich herabgesetzt werden. Andererseits brachten aber die Verstärker höhere und neue Ansprüche an die Eigenschaften der Pupinspulen mit sich. Es ist bekannt, daß durch die Verschiedenheit der Induktivitätswerte der im Zuge einer Doppelleitung liegenden Spulen Schwankungen im Scheinwiderstand der Leitung hervorgerufen werden können, die Anlaß zu Rückkopplungen im Verstärker geben. Diese Rückkopplungen führen bei übermäßiger Stärke zu einer Verzerrung der Sprache oder schließlich zum Pfeifen des Verstärkers. Bild 2 zeigt als

Digitized by Google

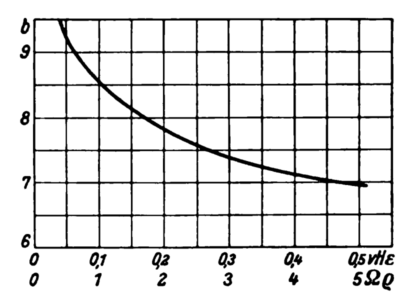


Bild 3. Dämpfung des Nebensprechens in Abhängigkeit von der Differenz der Windungsinduktivitäten.

Beispiel den Verlauf des Wellenwiderstandes eines normalen Kabels, bei dem die fünf ersten Spulen eine um 5 v. H. abweichende Induktivität aufweisen. Um diese Erscheinungen zu vermeiden, mußte gefordert werden, daß die Induktivität der einzelnen Pupinspulen mit großer Genauigkeit auf einen Sollwert abgeglichen ist. Höhere Anforderungen traten ferner hinsichtlich der Symmetrie der Wicklungen auf. Die Verschiedenheit der Induktivität in den Wicklungshälften einer Pupinspule bewirkt Nebensprechen zwischen dem Viererkreis und den Stammleitungen. In welcher Weise die Dämpfung des Nebensprechens von der Differenz der Wicklungsinduktivitäten abhängt, ist durch Bild 3 veranschaulicht. Die Abszissen stellen diese Differenz in Prozenten der Gesamtinduktivität dar, wobei im übrigen die Daten der deutschen Normalfernkabel zugrunde gelegt sind. Da wegen der Verminderung des Nebensprechens durch die Verstärker in einem neuzeitlichen Fernkabel Nebensprechdämpfungen von mindestens $b = 8$ verlangt werden, sind die Anforderungen an die Symmetrie hier also sehr hoch. Ähnliche Bedingungen liegen vor für die Gleichheit der Wirkwiderstände in den beiden Wicklungszweigen; die Abhängigkeit der Nebensprechdämpfung b von der Widerstandsdifferenz ϱ zwischen den Wicklungshälften ist ebenfalls im Bild 3 gezeigt.

Die Drahtkernspulen ermöglichten es, nachdem eine besondere symmetrische Wicklungsart eingeführt war, alle gestellten Forderungen zu erfüllen. Auch die magnetische Stabilität der Drahtkerne genügte den zunächst vorliegenden Betriebsbedingungen vollkommen. Allerdings mußten, um eine schädliche Gleichstrommagnetisierung der Spulen zu vermeiden, besondere Anordnungen für den Meßdienst erlassen werden. Neben der hierdurch entstehenden geringen Unbequemlichkeit traten jedoch in den letzten Jahren zwei wichtige Umstände auf, die eine erneute Umgestaltung der Spulentype notwendig machten. Es ist dies vor allem die durch die Elektrisierung der Eisenbahnen entstehende Gefahr des Auftretens starker Induktionsströme in den Kabeladern. Besonders wenn es notwendig ist, die Kabellinie dicht an einer Bahn entlang zu führen, ist in den Spulenwicklungen mit Gleichstromstößen bis über 1 A zu rechnen, die durch Ausgleichsvorgänge oder Kurzschlüsse in der Starkstromleitung induziert werden. Solchen Stromstößen sind die Drahtkernspulen nicht gewachsen, sie würden hierbei ihre Induktivität bis zu 30 v. H. ändern können. Die Möglichkeit, durch Entmagnetisieren mit Wechselstrom die Spulen wieder auf ihre alten Eigenschaften zu bringen, kann die praktische Schwierigkeit nicht beseitigen, weil das Entmagnetisieren in ganz kurzen Zeiträumen erfolgen müßte, so daß ein geordneter Betrieb undenkbar wäre. Die durch ungleichmäßige Magnetisierung der einzelnen Spulen entstehende Unsymmetrie wäre ferner die Ursache dafür, daß die hörbaren Oberschwingungen aus der Starkstromleitung in störender Weise in die Telephonapparate übertragen werden würden.

Der andere Umstand, der es wünschenswert erscheinen ließ, die Pupinspule zu verbessern, war die Entwicklung der Simultantelegraphie. Durch die Telegraphierströme entsteht in den Spulenkernen eine überlagerte Magnetisierung, die dazu führt, daß sich die reversible oder Schleifen-Permeabilität ändert. Das macht sich durch ein Schwanken der Induktivität im Takte der Telegraphierzeichen und damit der Leitungsdämpfung bemerkbar. Diese Erscheinung, die als Flattereffekt bezeichnet wird, veranlaßt zwar, wie eingehende Versuche gezeigt haben, erst bei Kabellängen von über 1000 km eine merkliche Störung der Sprechverbindung; da aber solche Längen im innerstaatlichen Verkehr ausgedehnter Länder, noch mehr aber im zwischenstaatlichen Verkehr nicht selten vorkommen, wäre es unwirtschaftlich, die Fernkabel so zu bauen, daß sie größeren Reichweiten nicht gewachsen sind.

Aus diesen Erwägungen ergab sich die dringende Notwendigkeit, Spulenkerne zu schaffen, deren magnetische und elektrische Eigenschaften in hohem Grade unveränderlich sind. Die bereits früher in dieser Richtung angestellten Versuche hatten gezeigt, daß man mit Drahtkernen trotz aller Verbesserungsmaßnahmen, wie Anbringen von Luftspalten, dieses Ziel nicht erreichen konnte. Man wandte sich daher wieder

Digitized by Google

den schon im Jahre 1910 versuchsweise hergestellten Spulen mit Eisenpulverkernen zu, mit denen man bereits weitgehende Erfahrungen gemacht hatte.

Die Kerne dieser Spulen sind aus Eisenpulver gepreßt, das eine solche Korngröße hat, daß ein hoher Prozentsatz mit einem Netz von 10000 Maschen auf 1 cm² ausgesiebt werden könnte. Das Eisenpulver wird in Mischmaschinen mit geeigneten Isoliermaterialien vermengt, wobei jedes metallisch reine Eisenkörnchen mit einer dünnen Isolierschicht überzogen wird. Diese Isolierschicht muß mechanisch so fest sein, daß sie bei starker Reibung der einzelnen Körnchen aneinander nicht verletzt wird. Das auf diese Art präparierte Pulver wird in Stahlformen in die gewünschte Form gepreßt. Um Tausende von Kernen herstellen zu können, ohne die Preßwerkzeuge wesentlich abzunutzen, waren umfangreiche Versuche hinsichtlich der Wahl geeigneter Stahlsorten erforderlich. Neben der Höhe des Druckes, unter dem die Kerne gepreßt werden, ist die Art der Mischung und Isolierung des Pulvers von großem Einfluß auf die magnetischen

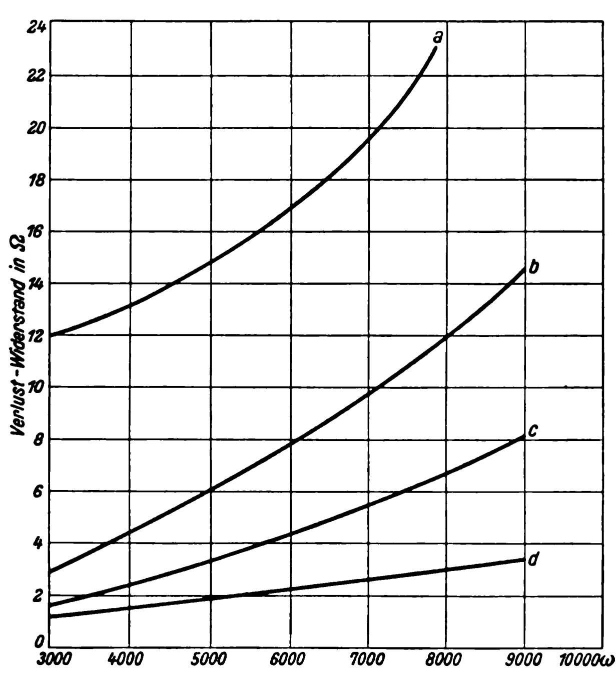


Bild 4. Abhängigkeit des Verlustwiderstandes von der Frequenz, a = Blechkern, b = Drahtkern, c = Verbesserter Drahtkern, d = Eisenpulverkern.

und elektrischen Eigenschaften der Spulen. Die erforderliche mechanische Festigkeit der Kerne wird durch ein besonderes Härteverfahren er-

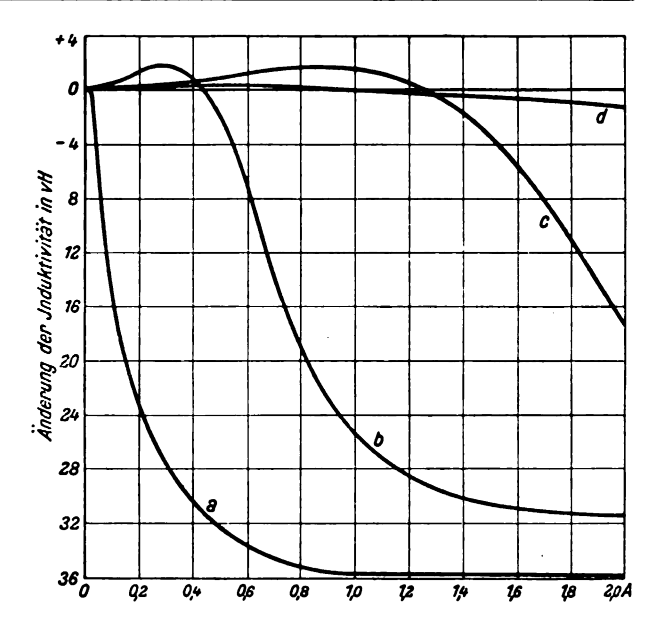


Bild 5. Änderung der Induktivität nach vorhergegangener Gleichstrommagnetisierung.

reicht, nach dessen Anwendung die Biegefestigkeit auf etwa 2 kg/mm² steigt. Um die magnetische Stabilität weiter zu erhöhen, werden die Kerne einem künstlichen Alterungsprozeß unterworfen.

Ein besonderer Vorteil der Eisenpulverkerne besteht noch darin, daß man einen kreisrunden Querschnitt wählen kann, was bei Blech- und Drahtkernen aus technischen Gründen nicht möglich ist. Da der Kreis von allen geometrischen Figuren bei einem gegebenen Flächeninhalt den kleinsten Umfang hat, wird bei Kernen mit kreisförmigem Querschnitt die geringste Windungslänge und somit der kleinste Gleichstromwiderstand erzielt. Seine Verminderung beträgt bei einem Kernquerschnitt von 5 cm² etwa 14 v. H. gegenüber Kernen mit quadratischem Querschnitt. Der gleiche Prozentsatz wird an Kupferdraht gespart.

Um ein Bild von der Schärfe der Bedingungen zu geben, die man an eine Spule mit Eisenpulverkern stellen kann, und die, um einen einwandfreien Betrieb zu erzielen, erfüllt werden müssen, teilen wir schließlich die Richtlinien mit, nach denen die Firma S. & H. diese Spulen herstellt:

1. Induktivität. Die Abweichung der Induktivität eines Viererspulensatzes vom Sollwert darf sowohl in der für die Stammleitungen als auch in der für die Viererleitung wirksamen Schaltung nicht mehr als 1 v. H. betragen.

Digitized by Google

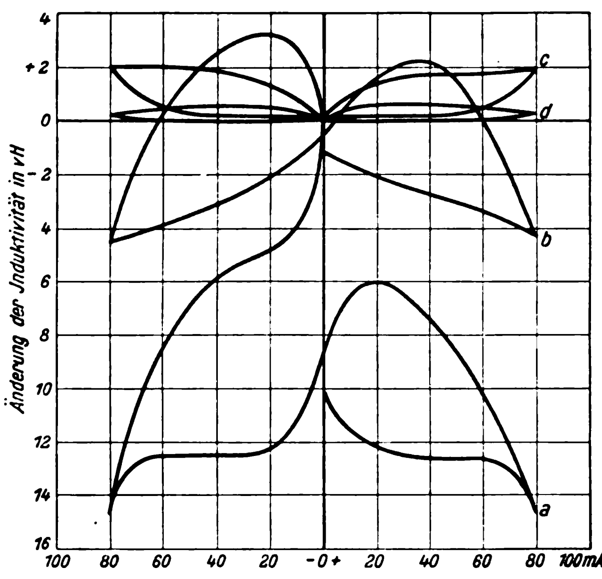


Bild 6. Änderung der Induktivität bei überlagerter Magnetisierung.

2. **Stabilität.** Nach Belastung einer Wicklungshälfte einer Stammspule oder beider Wicklungshälften einer Viererdoppelspule mit einem Gleichstrom von 2 A darf die Induktivität um nicht mehr als 1 v. H. von ihrem ursprünglichen Wert abweichen.

3. **Überlagerte Magnetisierung.** Während der Belastung einer Spule mit 80 mA Gleichstrom darf die Wechselstrominduktivität nicht mehr als 1 v. H. vom ursprünglichen Wert abweichen.

4. **Induktivitätssymmetrie.** Die Verschiedenheit der Induktivität der Wicklungshälften eines Spulensatzes darf nicht größer sein als 0,05 v. H., bezogen auf die Induktivität der Stammspulen.

5. **Widerstandssymmetrie.** Die Leitungswiderstände in allen 4 Zweigen eines Viererspulensatzes dürfen nicht mehr als 0,1 Ohm voneinander verschieden sein.

6. **Kapazitätssymmetrie.** Die Erdkapazitätsdifferenzen und die Nebensprechkopplungen in einem Spulensatz dürfen nicht größer als 10 μF sein.

Einen Überblick über die im Laufe der Entwicklung erzielten Fortschritte ergeben ferner die Bilder 4, 5 und 6. In Bild 4 ist für die 3 Typen Blechkernspule, Drahtkernspule und Eisenpulverspule die Abhängigkeit des Verlustwiderstandes von der Frequenz, die von Bedeutung für die Verzerrung der Sprechströme auf der Leitung ist, dargestellt. Bild 5 zeigt die Abhängigkeit der Induktivität von vorhergegangener Gleichstrommagnetisierung bei den drei Spulentypen; schließlich ist durch Bild 6 die für die Stärke des Flattereffektes maßgebende Veränderung der Spuleninduktivität bei überlagerter Magnetisierung veranschaulicht.

KLEINE MITTEILUNGEN

Feuermelde- und Alarmanlagen mit selbsttätiger Ortsangabe.

Von Ingenieur Wiebe, Feuermelder-Abteilung der S. & H. A.-G.

Feuermelde- und Alarmanlagen werden im allgemeinen so ausgeführt, daß in Feuerwachen, Polizeiwachen, Portierhäusern oder dgl. Zentraleinrichtungen aufgestellt werden, zu deren Bedienung ein Telegraphist oder ein sonstiger mit der Anlage vertrauter Beamter ständig anwesend ist. Bei Anlagen geringeren Umfanges jedoch, wie sie für kleinere Städte und Gemeinden und dann fast ausschließlich für freiwillige Feuerwehren in Betracht kommen, sind teils der Raumfrage wegen, teils aus wirtschaftlichen Gründen große Zentralanlagen ausgeschlossen, und der Überwachungsdienst ist möglichst einzuschränken. Es müssen hier somit Einrichtungen verwendet werden, die ohne manuelle Vermittlung eine von einem Feuermelder abgegebene Meldung dem Löschdienst in einer Form bekanntgeben, die zweifelsfrei erkennen läßt, von welchem Melder aus der Hilferuf erfolgt ist. Eine Reihe solcher Einrichtungen, die auch in Deutschland unter Nr. 238125 durch Patent geschützt sind, wurde von der Siemens & Halske A.-G. für norwegische Ortschaften ausgeführt. Den Wechselstrom für die Alarmierung liefert hierbei ein Induktor mit Gewichtsantrieb, der elektrisch ausgelöst wird, jedoch nach jedem Alarm wieder aufgezogen werden muß.

In Bild 1 ist eine Feuermelde- und Alarmanlage dargestellt, die in der Schaltart und Wirkungsweise den vorstehend erwähnten Anlagen annähernd entspricht, bei der jedoch für die Alarmierung eine Wechselstromquelle verwendet ist, die beim Beginn des Alarms selbsttätig ein- und nach Beendigung selbsttätig abgeschaltet wird. Die allgemeine Schaltart ist die für zeitgemäße Feuermeldeanlagen übliche, d. h. es ist Ruhestromkontrolle aller betriebswichtigen Teile und Sicherheitsschaltung für den Fall eines Leitungsbruches vorgesehen. Alarmwecker, Feuermelder- und Auslösemagnete für Turmglocken, Sirenen oder andere Alarmvorrichtungen sind in eine Ringleitung geschaltet, die über zwei Schleifenrelais an eine Betriebsbatterie angeschlossen ist.

Wird z. B. der Melder 1 ausgelöst, so schalten die Anker der beiden Schleifenrelais 1 und 2 ein Relais ein,

Digitized by Google

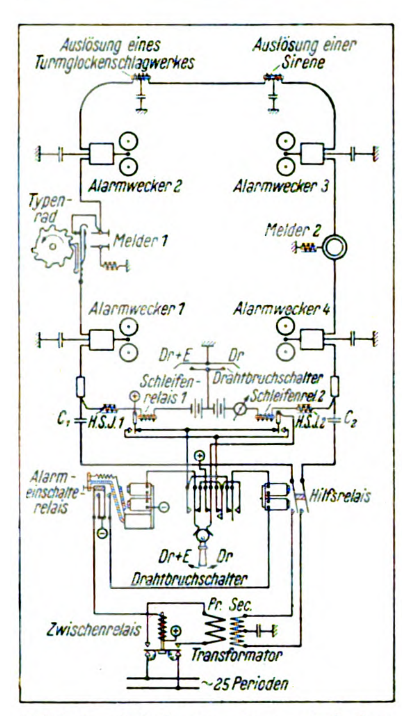


Bild 1. Schaltung einer einfachen Feuermelde- und Alarmanlage mit selbsttätiger Ortsangabe.

dessen Ankerabfall durch ein Echappement verzögert wird, und arbeiten entsprechend den Impulsen des Typenrades des ausgelösten Melders auf ein Hilfsrelais, dessen Stromkreis durch einen Kontakt des Verzögerungsrelais geschlossen worden ist. Der Anker des Hilfsrelais überträgt die Stromimpulse und somit das Zeichen des Melders (hier 112) über die Sekundärwicklung eines Transformators, dessen Primärwicklung durch einen zweiten Kontakt des Verzögerungsrelais an eine Wechselstrom von 25 Perioden liefernde Stromquelle gelegt worden ist, auf die Alarmapparate der Schleife. An jeder Alarmstelle kann das Melderzeichen in mehrfacher Wiederholung abgehört werden. Zwei Spulen mit hoher Selbstinduktion HSJ 1 und HSJ 2 verhindern den Übertritt von Wechselstrom in die Ruhestrombatterie, während der Gleichstrom gegen die Alarmgeberapparate durch die beiden Kondensatoren C 1 und C 2 abgeriegelt wird. Bei Leitungsbruch geschieht die Feuermeldung und Alarmierung in bekannter Weise über Erde als Rückleitung. Die entsprechende Schaltung wird durch Umlegen des Drahtbruchschalters in die eine oder die andere Stellung (Drahtbruch oder Drahtbruch bei gleichzeitigem Erdschluß) vorbereitet. Sobald nach beendeter Meldung die Stromimpulse des Melders ausbleiben, werden durch den allmählichen Ankerabfall des Verzögerungsrelais die Alarmapparate stromlos gemacht, und die Anlage ist für eine neue Meldung bereit. Die ganze Einrichtung arbeitet somit durchaus selbsttätig und ist infolgedessen für kleinere Städte und Gemeinden besonders geeignet, da ständiges Überwachungspersonal nicht erforderlich ist.

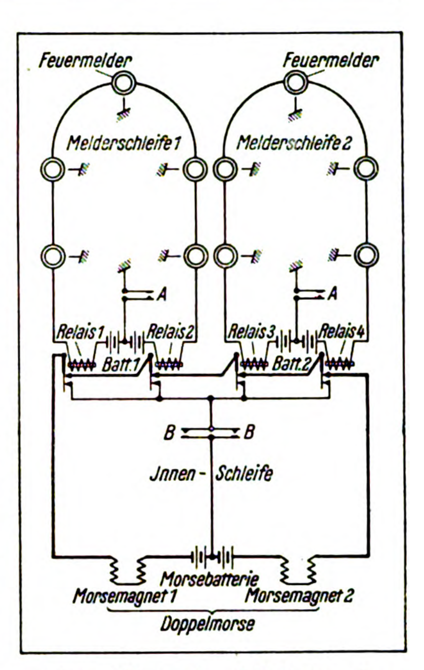


Bild 3. Allgemeine Schaltung einer Feuermeldeanlage nach dem Siemenssystem.

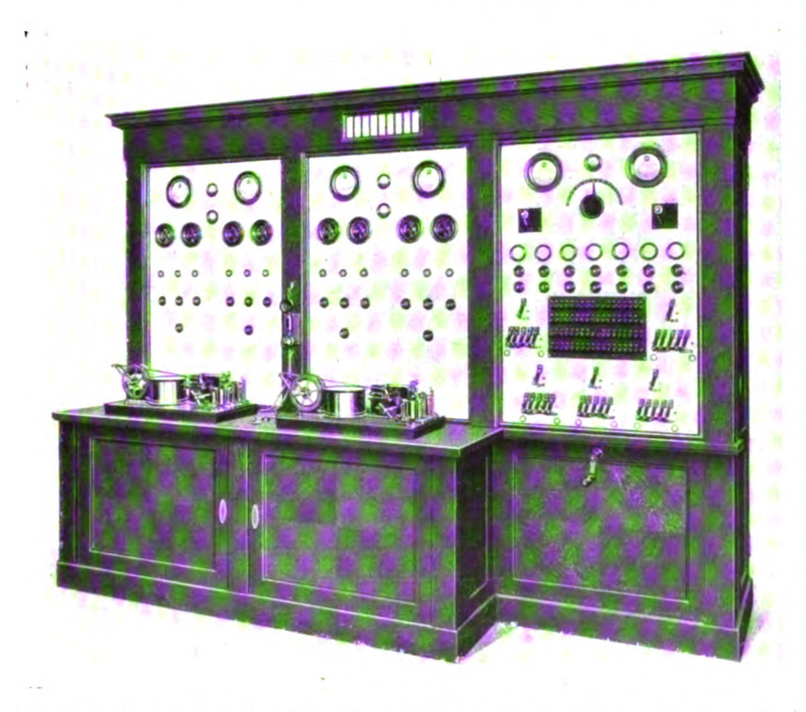


Bild 2. Feuermelde-Empfangseinrichtung nach dem Siemenssystem für vier Schleifen mit Vorrichtung zur selbsttätigen Weitergabe der Meldernummern durch Weckerzeichen in die Alarmschleifen.

Während die vorstehend geschilderte Anlage mit selbsttätiger Ortsangabe eine Einrichtung einfachster Form darstellt, ist nachfolgend eine Anlage größeren Umfanges beschrieben, die Anforderungen erfüllt, die über das eingangs Gesagte weit hinausgehen. Eine solche Einrichtung wurde kürzlich von der Siemens & Halske A.-G. für die Stadt Haugesund in Norwegen geliefert (siehe Bild 2). Der Aufbau der Zentrale sowie die allgemeine Schaltung entsprechen dem auf Seite 480 des Jahrganges 1922 dieser Zeitschrift bereits beschriebenen Siemenssystem, und zwar für vier Melderschleifen. Das System ist in Bild 3 nochmals prinzipiell dargestellt. Hiernach übertragen je zwei Relais einer Melderschleife die Meldungen auf eine sogenannte Innenschleife, die einen Ruhestromkreis über einen Doppelmorse als Registrierapparat bildet.

Die Meldungen aus bestimmten Melderschleifen werden nun bei der erwähnten Anlage wahlweise auf bestimmte Alarmschleifen, von denen sechs vorhanden sind, selbsttätig derart übertragen, daß die Meldernummern in allen Alarmstellen der ausgewählten Alarmschleifen abge-

Digitized by Google

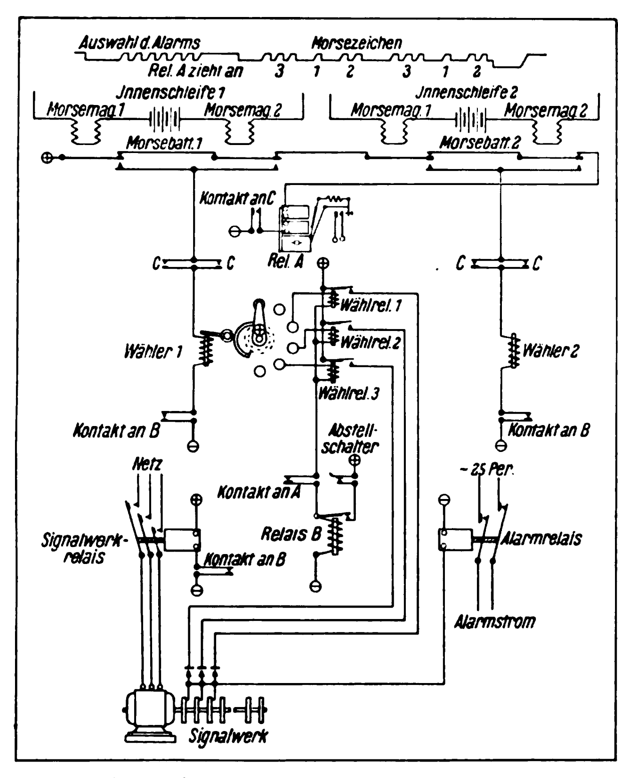


Bild 4. Schaltbild für die Alarmübertragung.

hört werden können. Die Schaltung ist in Bild 4 und 5 dargestellt. Im oberen Teil des Bildes 4 ist die Typenradabwicklung eines Feuermelders gezeichnet. Die ersten Zahnungen des Typenrades dienen der Auswahl des Alarmzeichens und werden in der bekannten Weise auf die Innenschleifen (z. B. 1 in Bild 4) übertragen. Die Kontakte der Morseapparate geben die Impulse an den

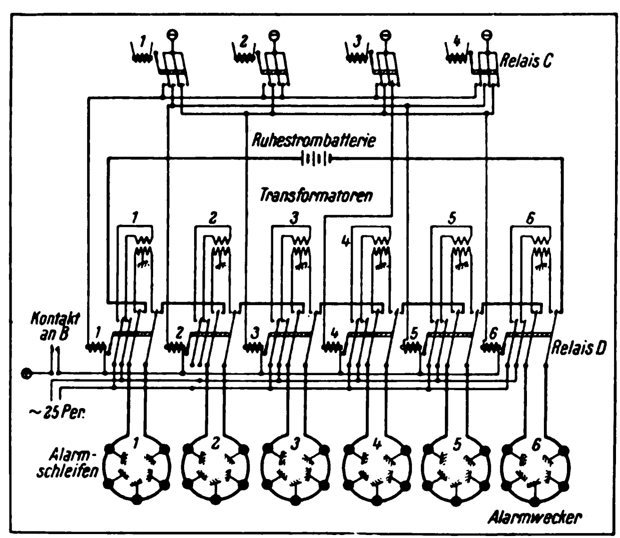


Bild 5. Schaltung der Alarmschleifen.

Wähler 1 weiter, nachdem sich bei der ersten Stromunterbrechung der Kontakt c eines Hilfsrelais geschlossen hat. Der Wähler, in der Hauptsache aus einem Echappementwerk bestehend, bewegt einen Hebel entsprechend den Stromimpulsen stufenweise fort. Nach beendigter Alarmzeichen-Auswahl bewirkt das Typenrad einen längeren Stromschluß, wodurch der Anker eines Relais A, das Echappementverzögerung hat, angezogen wird, nachdem bereits bei Beginn der Meldung der Kontakt eines Relais C (in Bild 5 dargestellt) geschlossen worden ist. Durch die geschilderten Vorgänge ist nunmehr folgender Stromweg hergestellt: Vom Pluspol des Kontakthebels am Wähler 1 ausgehend über ein Wählrelais (z. B. 3), über den Kontakt am Relais A, ein Relais B zum Minuspol. Der Anker des Relais B zieht somit an und wird durch einen Haltekontakt so lange festgehalten, bis die Abstellung durch einen Abstellschalter erfolgt. Ein Kontakt des Relais B hat nun ein Signalwerk eingeschaltet, auf dessen Achse so viele Typenräder sitzen, wie Melder in Schleife 1 und 2 vorhanden sind. Das Wählrelais 3 hat mit seinem Kontakt einen Stromweg vom Pluspol über den Kontakt eines Typenrades des Signalwerkes, das dem Typenrad des ausgelösten Melders entspricht, über die Wicklung eines Alarmrelais zum Minuspol vorbereitet. Der Anker des Alarmrelais folgt nun den Impulsen des Typenrades und sendet auf diese Weise die Melderzeichen in Form von 25-periodigem Wechselstrom in die Alarmschleifen. Der vorhin erwähnte Abstellschalter dient dazu, alle Apparate in die Null-Lage zu bringen, wenn der Alarm lange genug gedauert hat. Der Rest der Zahnungen des Meldertypenrades bewirkt die Übertragung des Melderzeichens auf die Morse-Registrierapparate, wobei der anfangs eingestellte Wähler 1 nicht beeinflußt wird, da er durch Öffnen eines Kontaktes am Relais B blockiert ist.

Wie aus der Schaltskizze (Bild 5) zu ersehen ist, stehen sechs Alarmschleifen mit den in diese geschalteten Alarmweckern in Hintereinanderschaltung unter Ruhestromkontrolle. Bestimmte Schleifen für den Alarm werden nun in der Weise ausgewählt, daß z. B. bei einer Meldung aus der Schleife 3 ein Relais C 3 eingeschaltet wird, das durch seine Kontakte die Relais D 1, D 3, D 4 und D 6 unter Strom setzt, sobald der Anker des Relais B (Bild 4) angezogen hat, d. h. sobald die Auswahl des Alarmzeichens erfolgt ist. Diese Relais D schalten die zugehörigen Alarmschleifen aus dem Ruhestrom heraus und auf die Sekundärwicklung je eines Transformators. Die Primärwicklungen dieser Transformatoren werden ebenfalls durch Kontakte der Relais D eingeschaltet und erhalten den bereits erwähnten Alarmstrom durch das Alarmrelais (Bild 4), entsprechend den durch das Typenrad am Signalwerk gegebenen Impulsen.

Die Elektrifizierung Ostpreußens.

Die mehr als ein Jahrzehnt zurückliegenden Pläne der Elektrizitätsversorgung Ostpreußens haben infolge der in den letzten Jahren durchgedrungenen Erkenntnis der unbedingt notwendigen Schonung der deutschen Kohlenvorräte dazu geführt, die vorhandenen Wasserkräfte auszubauen, und durch elektrische Verkupplung mit schon vorhandenen kleineren Wasser- und Dampfkraftwerken eine planmäßige Elektrizitätsversorgung zu betreiben.

Für die Provinz Ostpreußen, die in einer besonders schwierigen Lage ist, da sie sehr weit von den Kohlen-

Digitized by Google

zentren entfernt liegt und außerdem der polnische Korridor den Transport der Kohlen teilweise in Frage stellt, war es besonders notwendig, die in der Provinz vorhandenen Wasserkräfte auszunutzen und die Versorgung eines großen Gebietes nach einheitlichen Gesichtspunkten vorzunehmen.

Leider haben es die Nachkriegsverhältnisse mit sich gebracht, daß der ursprünglich vorgesehene großzügige Plan der Elektrizitätsversorgung der ganzen Provinz Ostpreußen nicht in dem Umfange durchgeführt werden konnte, wie es beabsichtigt war. Immerhin wurde der Ausbau der Wasserkräfte der Alle bei Friedland und Groß-Wohnsdorf im Jahre 1920 begonnen und trotz großer Schwierigkeiten nunmehr beendet.

Der Ausbau des 60 kV-Netzes erstreckt sich bis heute auf etwa 350 km Länge, während das 15 kV-Mittelspannungsnetz eine Ausdehnung von etwa 2000 km hat.

Nach Fertigstellung des Hauptwasserkraftwerkes in Friedland, dessen elektrische Einrichtungen einschließlich der 60 kV-Transformatoren von den SSW ausgeführt wurden, ist nunmehr der größte Teil der 60 kV-Leitungen in Betrieb, welche die Energie über die an verschiedenen Punkten der Provinz aufgestellten Umspannwerke an das 15 kV-Mittelspannungsnetz abgeben.

Das Kraftwerk Friedland hat vier Francis-Turbinen mit horizontaler Welle, von denen drei für je 36 m^3 und eine kleinere für 19 m^3 Schluckfähigkeit ausgeführt und mit SSW-Drehstromgeneratoren direkt gekuppelt sind. Von den drei größeren Drehstromgeneratoren leistet jeder 4500 kVA bei $\cos\varphi = 0,7$, $n = 250$ und der kleinere Generator 2200 kVA bei $\cos\varphi = 0,7$, $n = 375$. Jeder Generator hat seine eigene Erregermaschine, die nach dem Osanna-Patent ausgeführt ist, um die bei kapazitiver Belastung im Generator auftretende Spannungserhöhung durch entsprechend geringe Erregung ausgleichen zu können. Die Maschinenspannung von 6300 V wird mittels Umspanner einesteils auf 60000 V, anderenteils auf 15000 V gebracht. Die hierzu notwendigen Transformatoren und Apparate sind in dem vom Maschinenhaus getrennt angeordneten und in neuzeitlichster Weise ausgestatteten Schalthaus untergebracht.

Neben diesem Hauptwasserkraftwerk, das als Spitzenwerk läuft, arbeitet das ebenfalls an der Alle erbaute kleinere Kraftwerk in Groß-Wohnsdorf mit etwa 4000 PS Gesamtleistung, für das die SSW einen Drehstromgenerator von 1850 kVA, 6300 V, $n = 375$ lieferten.

Außer den beiden Wasserkraftwerken arbeiten noch die erweiterten und zum Teil umgebauten älteren Kraftwerke in Königsberg, Gumbinnen, Tilsit und Osterode auf die Mittel- und Hochspannungsnetze des Ostpreußenwerkes.

Das Hauptumspannwerk des Ostpreußenwerkes, an einem Knotenpunkt des 60 kV-Netzes in Elbing errichtet, erhält die Energie über die von Kreuzburg kommende 60 kV-Doppelleitung und ist so eingerichtet, daß es sich ohne Umbauten in ein später zu errichtendes Dampfkraftwerk eingliedern läßt. Auch hier sind die elektrischen Einrichtungen von den SSW in neuzeitlichster Weise ausgeführt.

Das Ostpreußenwerk liefert elektrische Energie nicht nur in das Gebiet der von ihr ins Leben gerufenen drei Überlandwerke Königsberg, Gumbinnen und Osterode mit 30 Landkreisen, sondern auch an die Landkreise Elbing, Marienburg und den Stadtkreis Elbing, und hat neuerdings auch einen Stromlieferungsvertrag mit dem vom Kreise Pr.-Holland errichteten Torfkraftwerk Carwinden abgeschlossen, so daß dort außer der eigenen Stromerzeugung noch Energie vom Ostpreußenwerk bezogen wird. Die Inbetriebsetzung dieses Torfkraftwerkes, das über etwa 2 km^2 ausnutzbares Torfmoor verfügt, dessen Benutzungsdauer auf etwa 50 Jahre geschätzt wird, dürfte Ende August erfolgen. Die elektrische Einrichtung dieses Kraftwerkes wird durch die SSW ausgeführt.

Vorangegangen in der Elektrifizierung Ostpreußens ist der Kreis Braunsberg durch Errichtung eines Überlandnetzes, das Anfang des Jahres 1919 in Angriff genommen wurde mit Strombezug aus der Schichauzentrale in Pettelkau. Der dauernd steigende Konsum veranlaßte den Kreis schon 1921 einen mit einer Wasserturbine gekuppelten kleineren Drehstromgenerator an dem vom Stromlieferungspunkt am weitesten entfernten Speisepunkt in Mehlsack aufzustellen, wo schließlich durch Ausbau weiterer Maschineneinheiten in den Jahren 1922/23 ein Zusatzkraftwerk entstand, das im November 1923 dem Betriebe übergeben werden konnte. Das Zusatzkraftwerk nutzt einerseits das Wasser der Walsch aus, andererseits ist für die Zeit der Wasserklemme ein Dieselgenerator von 400 kVA, 10500 V vorgesehen.

Die Gesamtleistung dieses Zusatzwerkes beträgt 715 kVA. Die Überlandzentrale Braunsberg umfaßt zur Zeit etwa 150 Transformatorenstationen und 750 km Al-Leitungen. Die gesamten elektrischen Einrichtungen wurden von den SSW geliefert.

Mit diesen Bauten kann sich die deutsche Ostmark würdig an die Seite der übrigen deutschen Landesteile stellen, und die Inbetriebnahme dieser Werke bedeutet einen gewaltigen Schritt vorwärts für die wirtschaftliche Selbständigkeit Ostpreußens.

Der Siemens-Schnelltelegraph im Dienste der Presse.

Mitgeteilt von der Abteilung für Telegraphie und Fernsprechwesen, Wernerwerk.

Die deutsche Reichstelegraphenverwaltung verwendet schon seit Jahren zum Übermitteln von Pressenachrichten auf den stark besetzten Leitungen den Siemens-Schnelltelegraphen in großem Umfange. Vor kurzem ist in den Betrieb eine Neuerung eingeführt worden, indem die hauptsächlich daran beteiligten Berliner Nachrichtenbüros die für ihre Geschäftsstellen und Abonnenten im Reiche bestimmten Nachrichten dem Haupttelegraphenamt Berlin nicht mehr durch Boten zugehen lassen, sondern hierzu den Schnelltelegraphen benutzen.

Zu diesem Zwecke hat jedes Nachrichtenbüro einen Satz Apparate. Der Wortlaut der Nachrichten wird gleich an Ort und Stelle mit Hilfe von schreibmaschinenähnlichen Tastenlochern in Papierstreifen eingestanzt; die so hergestellten Lochstreifen durchlaufen den Sender, der selbsttätig die Telegraphierzeichen unmittelbar nach dem Haupttelegraphenamt gibt. Hier erscheinen sie in Typenschrift-

Digitized by Google

gleichzeitig aber auch in Lochschrift, und zwar in einer Anzahl Streifen, die der Zahl der Telegramme mit gleichem Wortlaut entspricht, z. Zt. im Höchstfalle 30, eine Zahl, die sich jedoch noch beliebig erhöhen läßt.

Durch sofortige Verteilung der aufgenommenen Lochstreifen an diejenigen Sendeapparate des Haupttelegraphenamtes, die für die vorgeschriebenen Beförderungswege in Betracht kommen, wird es möglich, die Telegramme unmittelbar an die verschiedenen Empfangsämter gleichzeitig zu übermitteln. Dort werden sie entweder nur in Typenschrift auf einem Streifen aufgenommen und, auf ein Formular aufgeklebt, dem Adressaten durch Boten ausgehändigt, oder es wird gleichzeitig noch ein Lochstreifen empfangen und in vorerwähnter Weise einem Sender zugeführt. Dieser gibt das Telegramm an den bei dem Adressaten aufgestellten Schnelltelegraphen-Empfänger weiter, wo es in Typenschrift erscheint und unmittelbar an die Schriftleitung oder in die Druckerei gegeben werden kann.

Das Verfahren hat sich in der kurzen Zeit seit seiner Einführung ausgezeichnet bewährt und wird aller Voraussicht nach zu einer wesentlichen Steigerung des Schnelltelegraphenverkehrs beitragen.

Kraftwerk Candia.

Von den in der Nachkriegszeit auf dem Balkan entstandenen vielen kleineren elektrischen Werken ist das von den SSW vor kurzem fertiggestellte Kraftwerk für die Stadt Candia auf der Insel Kreta besonders bemerkenswert.

Es wurden drei Drehstromgeneratoren von je 220 kVA, 3000 V, 50 Per. aufgestellt, die durch Vierzylinder-Dieselmotoren der M. A. N. für 188 Umdr/min angetrieben werden (Bild 1). Außer den Generatoren und der zugehörigen Schaltanlage lieferten die SSW auch vier Transformatorenstationen für 3000/220 V.

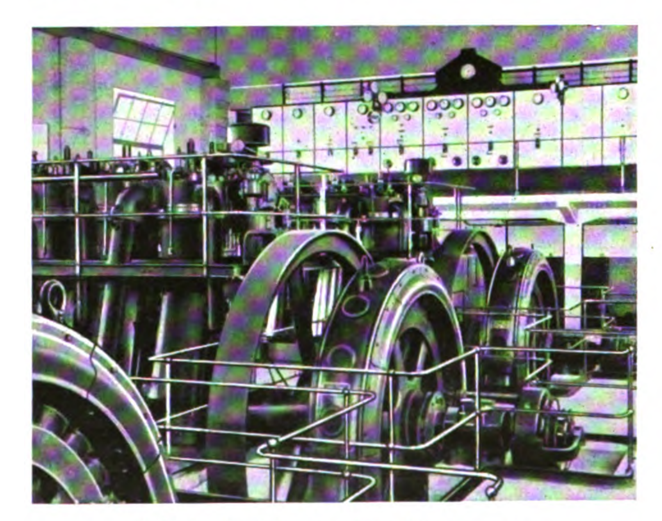


Bild 1. Ansicht des Maschinenraums.



Bild 2. Außenansicht des Kraftwerks.

Bild 2 zeigt das fertige Kraftwerk, dessen bauliche Ausführung durch die Firma Mac Alpine and Sons erfolgte. Bemerkenswert ist die Aufstellung unmittelbar am Meer.

Erfahrungen mit den Siemens CO_2-Messern.

Im Jahrgang 1, Heft 12, dieser Zeitschrift ist ein Apparat beschrieben, der, auf dem Prinzip der Wärmeleitfähigkeit beruhend, die Analyse von Abgasen u. dgl. selbsttätig ausführt. Es werden dabei in einen Metallklotz eingespannte Heizdrähte aus Platin benutzt, die zu einer Wheatstone'schen Brücke geschaltet sind, und von denen zwei von dem zu untersuchenden Gas umspült werden, wobei je nach dessen Wärmeleitfähigkeit eine Temperatur-Zu- oder Abnahme der Drähte eintritt. Die Gase werden selbstverständlich vor dem Eintritt in die Meßkammer gefiltert. Trotzdem ist verschiedentlich, namentlich von interessierter Seite, behauptet worden, daß eine erhebliche Verschmutzung des Meßdrahtes im Laufe der Zeit einträte. In jüngster Zeit wurde bei einem Vortrag gesagt, daß die Siemens-Apparate zur Analyse von Generatorabgasen deshalb nicht geeignet seien, weil die Meßdrähte im Laufe der Zeit „verkrusten".

Nachdem nunmehr mehrere tausend Kohlensäure- und Wasserstoffmesser geliefert worden sind, kann selbstverständlich ein Urteil über die Möglichkeit derartiger Fehler abgegeben werden. Bisher hat sich nicht in einem einzigen Falle feststellen lassen, daß der Meßdraht angegriffen oder verunreinigt wurde, selbst dann nicht, wenn die Bedienung der Filter mangelhaft war. Einer der ersten Kohlensäuremesser wurde an ein Großkraftwerk mit Braunkohlenfeuerung geliefert. Der dort tätige Wärmeingenieur hielt die Einführung des elektrischen CO_2-Messers in diesem Falle zunächst für aussichtslos, indem er auf die besonders starke Verschmutzung der Abgase der Braunkohlenfeuerung hinwies. Trotz dieser Bedenken hat sich nicht der geringste Fehler gezeigt. Nachdem der Apparat zweieinhalb Jahre im Betrieb war, ohne seine Empfindlichkeit irgendwie zu ändern, wurde er herausgenommen und der Meßklotz vorsichtig zersägt, um festzustellen, wie weit ein chemischer Angriff auf die Bohrungen im Messingklotz und auf die Drähte festzustellen war. Es zeigte sich, daß die Platindrähte vollkommen blank und daß die Bohrungen nur leicht oxydiert waren. Die

Digitized by Google

Meßkammer wurde unverändert aufbewahrt und kann auf Wunsch vorgeführt werden. Von einer photographischen Wiedergabe wurde hier abgesehen, eben weil keine bemerkenswerten Veränderungen zu erkennen sind.

Phasenschieber-Anlage Malmö.

Die Siemens-Schuckertwerke erhielten von der Sydsvenska Kraft A.-B. Malmö eine Drehstrom-Synchronmaschine in Auftrag, die in der Transformatorenstation Malmö aufgestellt wird und als reine Blindleistungsmaschine laufend die Übertragungsverhältnisse des umfangreichen Netzes verbessern soll. Die Maschine, die unmittelbar an die Netzspannung von 5250 V angeschlossen wird, hat eine Leistung von 12000 kVA bei einem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0$ und einer Drehzahl von 750 Umdr/min.

Um bei den bestehenden besonders schwierigen Netzverhältnissen eine gute Stabilität des Phasenschiebers zu erzielen, wird die unmittelbar gekuppelte Erregermaschine durch eine mit angebaute Hilfsmaschine konstanter Spannung erregt.

Das Anwerfen geschieht durch einen Anwurfsmotor, der nach erfolgter Synchronisierung abgekuppelt wird.

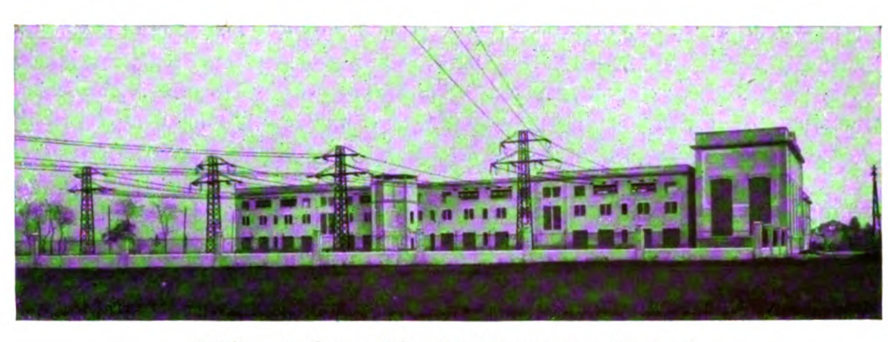


Bild 1. Außenansicht des Umspannwerks Aosta.

Umspannwerk „Aosta".

In dem kürzlich errichteten Umspannwerk „Aosta" (Bild 1) wird der von den Kraftwerken der Gesellschaften „Moncenisio" und „Alta Italia" gelieferte Strom in sechs Transformatoren von je 12000 kVA Leistung von 72 kV auf 22 kV heruntertransformiert und mittels Hochspannungskabeln der Stadt Turin zugeführt.

Die Schaltanlage und drei Transformatoren wurden von den Siemens-Schuckertwerken erstellt.

Duplex-Tonfrequenztelegraphie.

Auf der 150 km langen Strecke München—Nürnberg des deutschen Normalfernsprechkabelnetzes wurden Vielfachtelegraphierversuche mit Tonfrequenzen im Duplexbetrieb mit bestem Erfolg durchgeführt.

Durch die Verschiedenheit der Sende- und Empfangsfrequenzen gestaltet sich der Abgleich bei der benutzten Schaltung sehr einfach.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

ELEKTROMASCHINENBAU

Allgemeines Diagramm der mehrphasigen Maschinen mit zylindrischem Ständer und Läufer. J. Bethenod. „Rev. Gén. de l'Electricité", 16. Bd., 5. Juli 1924, 1, S. 5—7. (Aufstellung eines neuen Diagramms auf Grund der magnetischen Sättigung.)

Eine Sonderanwendung von synchronen Asynchronmotoren. Barrère. „Rev. Gén. de l'Electricité", 16. Bd., 19. Juli 1924, 3, S. 115—19, 6 Abb. (Das Anlassen der kompensierten Motoren in der Rückwirkung auf den Spannungsabfall im Netz wird an einem Sonderbeispiel besprochen.)

DAMPFKRAFTWERKE

Das Dampfkraftwerk der Consumers Power Comp. am Saginawfluß. „Power", 59. Bd., 22. Juli 1924, 4, S. 122—29, 6 Abb. (Der endgültige Ausbau des Kraftwerkes soll 100000 kW betragen, Einzelheiten des Maschinenhauses, der Luftvorwärmer, der Bekohlungsanlagen.)

Die Stromversorgung in Lancaster. „Electrical Review" (Ldn.), 95. Bd., 25. Juli 1924, 2435, S. 145—47, 4 Abb. (Beschreibung des neuen Kraftwerkes: Turbogeneratoren, Schalttafeln, Unterwerk.)

WASSERKRAFTWERKE

Das Wasserkraftwerk von Chancy-Pougny. A. Tumerelle. „Rev. Gén. de l'Electricité", 16. Bd., 12. Juli 1924, 2, S. 63—71, 12 Abb. (Eingehende Beschreibung der Anlagen: die Gesamtleistung beträgt 35000 kVA, die Spannung 120000 V.)

Das Corfino-Wasserkraftwerk in Toskana. „Electrical Review" (Ldn.), 95. Bd., 25. Juli 1924, 2435, S. 143—45, 7 Abb. (Einzelheiten über das Staubecken, die Druckleitung und das Kraftwerk.)

KRAFTÜBERTRAGUNG

Elektrische Kraftübertragung von 220000 V. T. Chéron. „Rev. Gén. de l'Electricité", 16. Bd., 5. Juli 1924, 1, S. 11—25, 23 Abb.; 12. Juli 1924, 2, S. 71—80, 13. Abb. (Übersicht über die Fortschritte von Hochspannungs-Kraftübertragungen unter besonderer Berücksichtigung der amerikanischen Erfahrungen; befürwortet wird die Spannung von 220000 V für die in Frankreich geplanten Ausführungen.)

Diagramme zum Berechnen der Kraftverteilungsnetze. M. Porchet. „Rev. Gén. de l'Electricité", 16. Bd., 19. Juli 1924, 3, S. 105—15, 7 Abb. (Vereinfachung der Berechnungsverfahren durch Aufstellen von Diagrammen.)

Berechnung eines Drehstrom-Kraftverteilungsnetzes. J. G. Berger. „Power", 59. Bd., 24. Juni 1924, 26, S. 1030—31, 1 Abb. (Einfache Berechnungsart.)

Digitized by Google

Holzmasten für große Spannweiten. Ayers. „Electrical World", 84. Bd., 19. Juli 1924, 3, S. 114–15, 4 Abb. (Konstruktionseinzelheiten, Anordnung der Stromleitung.)

BELEUCHTUNG

Die Anordnung von Straßenlampen. „Electrical World", 84. Bd., 26. Juli 1924, 4, S. 174–75, 3 Abb. (Ausführungsbeispiele)

LANDWIRTSCHAFT

Die Stromversorgung ländlicher Bezirke. L. J. Moore. „Electrical World", 84. Bd., 19. Juli 1924, 3, S. 123–24, 3 Abb. (Einphasen-Betrieb eines Drehstromnetzes, ein großer und zwei kleine Transformatoren werden für Kraft, Beleuchtung, Heizung und Kochen verwendet, Angaben über die verschiedenen Schaltungen.)

ELEKTROÖFEN

Das Vergüten der Metalle im Elektroofen. „Foundry", 52. Bd., 1. Juli 1924, 13, S. 506–09. (Vor- und Nachteile von basischem und saurem Futter.)

Das Vergüten der Metalle auf elektrischem Wege. „Foundry", 52. Bd., 15. Juni 1924, 12, S. 460–62, 2 Abb. (Die Betriebskosten hängen von der Größe der Elektroofentype ab.)

VERKEHRSWESEN

Energieverteilung bei der Elektrisierung der Chilenischen Staatsbahn. D. C. Hershberger. „Electric Railway Journal", 63. Bd., 7. Juni 1924, 23, S. 881–88, 17 Abb. (Einzelheiten über die fünf Unterwerke, verwendet wird Gleichstrom von 3000 V.)

Untersuchungen der Zusammenhänge über Motor-Dimensionierung, Getriebeanordnung und Grenzleistung bei Einphasen-Vollbahn-Lokomotiven. E. Wist. „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien, 42. Jg, 27. Juli 1924, 30, S. 465–68, 1 Abb. (Theoretische Untersuchung.)

MATERIALTRANSPORT

Wirtschaftliche Richtlinien der Materialbewegung. Begeman. „Mechanical Engineering", 46. Bd., Juli 1924, 7, S. 405–10. (Vorteile der mechanischen Materialbewegung.)

Materialbewegung beim Zusammenbau von Automobilen. Denison. „Mechanical Engineering", 46. Bd., Juni 1924, 6, S. 339–42. (Zeit- und arbeitersparende Verfahren beim Bewegen und Prüfen der Rohstoffe.)

NACHRICHTENÜBERMITTLUNG

Die Elektronenröhre als Hochspannungsrelais. Prof. A. Imhof. „Bulletin Association Suisse des Electriciens", 15. Jg., Juli 1924, 7, S. 361–63, 1 Abb. (Beschreibung der Anwendung der Elektronenröhre als Relais in der Signaltechnik, insbesondere zur Fernanzeige des Spannungszustandes.)

Entzerrung der auf die Kapazität der Fernsprechkabel, Verstärker usw. zurückzuführenden Verzerrung. I. Podliasky. „Radio-Electricité", 5. Bd., 10. Juni 1924, 61, S. 52. (Ziele: Möglichst konstante Dämpfung für alle Frequenzen zwischen 30 und 8000 Hertz, daher möglichst konstante Eingangsimpedanz. 1. Einfachster Entzerrer: Ohmscher Widerstand in Reihe mit einem abgestimmten Kreis. 2. Kompliziertere Entzerrer [Kettenleiter], selten verwendet. 3. Entzerrende Verstärker.)

STOFFKUNDE

Die Arbeiten des Bureau of Standards in V. St. „Génie Civil", 85. Bd., 2. August 1924, 5, S. 105–08, 3 Abb. (Beschreibung der Material-Prüfeinrichtungen.)

Magnetische und elektrische Eigenschaften der Dreistofflegierungen Fe-Si-Cu. T. D. Yensen. „Jl. of the American Institute of Electrical Engineers", 43. Bd., Juni 1924, 6, S. 558–67, 19 Abb. (Gefunden wurde, daß der Kohlenstoffgehalt von großem Einfluß auf die Eigenschaftsschwankungen ist und daß selbst ein Gehalt von 0,01 v. H. nachteilige Wirkungen ausübt.)

Die Korrosion von Elektrolyteisen. Hughes. „Rev. de Métallurgie" (Ext.), 21. Jg, Juni 1924, 6, S. 278 bis 79, 2 Abb. (Der Werdegang des Elektrolyteisens ist von großem Einfluß auf den Korrosionswiderstand)

WIRTSCHAFTSFRAGEN

Einfuhr nach Frankreich von fremder Energie und Lage der Wasserkräfte in der Schweiz. E. Garnier. „Rev. Gén. de l'Electricité", 16. Bd., 5. Juli 1924, 1, S. 16–32. (Statistische Übersicht über die Elektrizitätserzeugung der Schweiz; es wird angeregt, zum Schutz der französischen Gesellschaften einen Zoll auf die eingeführte Energie zu legen.)

SCHWEISSEN

Das elektrische Schweißen der Schienenstöße mit Kohlenformen. „Genie Civil", 85. Bd., 2. August 1924, 5, S. 119, 1 Abb. (Beschreibungen des Schweißvorganges.)

Ortsveränderliche Bogenschweißmaschine der General Electric Co. „American Machinist", 60 Bd., 19. Juli 1924, 22, S. 829–830. 1 Abb. (Motor-Generator-Aggregat für 75–300 Am.)

SCHIFFBAU

Motoren für elektrischen Schiffsantrieb. L. J. Hunt. „Electrician", 93. Bd., 25. Juli 1924, 2410, S. 93–94, 5 Abb. (Einfaches Verfahren für Geschwindigkeitsregelung, Einwände gegen die Verwendung von Gleichstrommotoren, Entwicklung von Wechselstromgeneratoren.)

Kraftantrieb für Schiffe. W. T. Donnelly. „Electrician", 93. Bd., 25. Juli 1924, 2410, S. 93–96. (Vorteile des elektrischen Schiffsantriebes, Anwendungsgebiete des diesel-elektrischen Systems, Zukunftsaussichten.)

WERKZEUGMASCHINEN

Der englische Werkzeugmaschinenbau. W. E. Sykes. „Mechanical Engineering", 46. Bd., Juli 1924, 7, S. 395–401, 21 Abb. (Die Bestrebungen der englischen Werkzeugmaschinen-Fabriken, die Arbeitsgänge zu erleichtern, ohne daß die Festigkeit der Maschine darunter leidet.)

Die Anwendung der elektrischen Energie in Werkstätten und Fabriken. „Electrical Review" (Ld.), 95. Bd., 25. Juli 1924, 2435, S. 135–36. (Bericht des englischen Gewerbeinspektors über die auf den elektrischen Betrieb zurückzuführenden Unfälle.)

Verantwortlicher Schriftleiter: Dipl.-Ing. Fr. Heintzenberg, Charlottenburg.
Gedruckt bei Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68, Kochstraße 68–71.

Digitized by Google

SIEMENS-ZEITSCHRIFT
SIEMENS & HALSKE
SIEMENS-SCHUCKERT
SCHRIFTLEITUNG: LITERARISCHES BUREAU DER SIEMENS-SCHUCKERTWERKE
9. HEFT • BERLIN / SEPTEMBER 1924 • JAHRGANG 4

Fortschritte auf dem Gebiet der Hochofen-Beschickungsanlagen

Von Johannes Strudthoff, Abteilung Industrie der SSW.

Der große Rohstoffbedarf unserer Industrie verlangte in den letzten Jahrzehnten eine weitgehende Steigerung der Roheisenproduktion. Dies konnte einmal durch Neubauten von weiteren Hochöfen, dann aber auch durch Vergrößerung der Tagesdurchsatzleistung der einzelnen Hochöfen erreicht werden. Es gibt heute in Deutschland Hochöfen mit 650 t Tagesleistung. Diese weitgehende Steigerung der Leistung eines Hochofens war nur möglich durch stetige Verbesserung und Fortentwicklung der Beschickungsanlagen.

Bis vor etwa 20 Jahren wurden die Hochöfen durchweg mittels Dampfkraft beschickt unter Verwendung eines Steilaufzuges mit anschließender wagerechter Bühne in der Höhe der Gicht. Die Anordnung eines solchen Aufzuges zeigt Bild 1. Als Fördergeräte kamen kleine, von Hand auf der Hüttensohle und auf der Gichtbühne fortbewegte Hunte in Anwendung für ein Nutzgewicht von etwa 600—800 kg. Die Ausführung des Aufzuges war in der Regel doppeltrümig. Bei jedem Zuge bewegte sich die eine Förderschale mit 2 (seltener mit 4) gefüllten Hunten aufwärts, während in der zweiten Hälfte des Förderschachtes die zweite Förderschale mit der gleichen Anzahl entleerter Hunte abwärts fuhr. Um bei dem geringen Fassungsraum der Hunte das häufige Öffnen der Gicht zu vermeiden, wurde der Gichttrichter so ausgebildet, daß man durch Anheben der Gichtglocke den Inhalt von 10—15 Hunten zusammengefaßt in den Hochofen ablassen konnte.

Die Tagesleistung eines solchen Dampfaufzuges war nicht besonders groß. Eine wesentliche Leistungssteigerung trat erst ein, als mit der allgemeinen Einführung der Elektrizität in Hüttenwerken auch die Gichtaufzüge elektrisch ausgeführt wurden, denn erst jetzt war es möglich, die Kraft ohne zu große Verluste an den Verwendungsort heranzubringen. An die Stelle der Dampfmaschine trat der elektrische Motor mit einfacher Kontrollersteuerung.

Der nächste Entwicklungsschritt in Richtung der Leistungssteigerung war die Einführung des Schrägaufzuges unter Beibehaltung des doppeltrümigen Betriebes. Die Schrägaufzüge fördern das Gichtgut in einem Zuge von der Hüttensohle bis zur Gicht und ersparen die Bedienungsmannschaft für die Huntbewegung auf der Gichtbühne. Das Entleeren des mit dem Seilwagen gekuppelten Huntes in den Gichttrichter geschieht selbsttätig durch Kippbewegung am oberen Ende der Fahrbahn. Für die notwendige gleichmäßige Verteilung auf den Ofenquerschnitt dient ein Gichttrichterdrehwerk, das bei jedem Zuge elektromotorisch und in Abhängigkeit von dem Lageort der Fördergefäße auf der Schrägbahn selbsttätig um eine bestimmte Winkelteilung gedreht wird. Der Gichtverschluß hatte sich inzwischen von dem Verschluß mit einfacher Glocke in den Verschluß mit doppelter Glocke nach Bild 2 weiter entwickelt. Bei diesem Verschluß wird nach Füllung des Trichters die äußere Glocke auf den Gichttrichter abgesenkt. Bei Anheben der inneren Glocke stürzt dann das Gichtgut in den Ofenraum. Die Abdichtung der Gichtglocken gegeneinander geschieht durch sogenannte „Wassertassen".

Das Bestreben, unter Beibehaltung der doppeltrümigen Förderungsart einen gemeinsamen Aufnahmeort und einen gemeinsamen Abgabeort für beide Trums zu erhalten, brachte den Linsenträger nach Bild 3 mit verschiedener Spurweite für die obere und untere Fahrbahn.

Die amerikanische Hüttenindustrie verwendet sehr viel den doppeltrümigen Schrägaufzug mit festangehängten Kippgefäßen für etwa 6 t

Digitized by Google

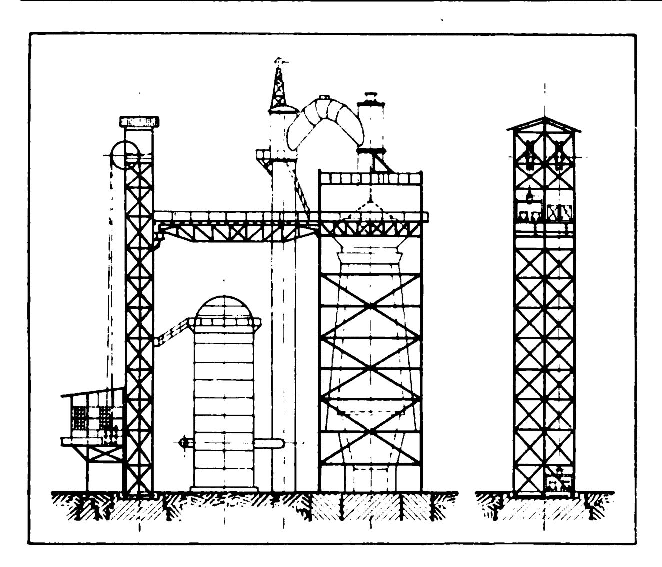


Bild 1. Senkrechter Aufzug mit Handbegichtung.

Fassungsvermögen, etwa in der Ausführung nach Bild 4. Diese Kippgefäße werden auf der Hüttensohle durch Bunkerwagen gefüllt, die das Erz bzw. den Koks von den Bunkeranlagen bis zum Aufzug befördern. Für den Gichtverschluß und die Aufgabevorrichtung des Hochofens kommt dabei entweder ein doppelter Gichtglockenverschluß oder ein doppelter Parry-Trichter in Anwendung. Bei dem Parry-Trichter ist eine besondere Verteilungsvorrichtung nicht erforderlich, da der pilzartig ausgebildete Verschlußkörper, der die Gichtöffnung von innen her schließt, für eine gute Verteilung des Gichtgutes auf den Ofenquerschnitt sorgt. Der vielen

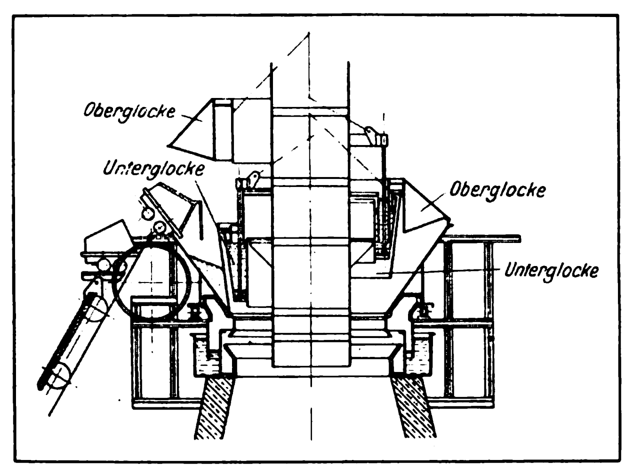


Bild 2. Gichtverschluß mit doppelter Glocke.

Schüttvorgänge wegen wird man dieses Aufzugsystem nur dort anwenden, wo man festen Koks zur Verfügung hat. Bei minderfestem Koks verursacht der zu große Abrieb schlechten Ofengang.

Für deutsche Verhältnisse bildete sich die eintrümige Kübelbegichtung mit Kübeln bis zu 20 t Erz Fassungsraum heraus, die gegenüber dem amerikanischen System den Vorteil hat, daß sie vom Bunker bis in den Ofen mit der Hälfte der Schüttvorgänge auskommt. Eine Ausführungsform der Demag für einen solchen Aufzug zeigt Bild 5. Der Kübel wird unter dem Bunker gefüllt und mit einem Zubringerwagen zum Schrägaufzug gefahren. Der Aufzug setzt den Kübel auf den Gichttrichter ab und öffnet selbsttätig durch Weitersenken mit dem Kübelboden den Parry-Trichterverschluß des Hochofens. Es ist nur ein einfacher Verschluß nach Bild 6 erforderlich, weil der mitgeführte Kübeldeckel beim Begichtungsvorgang für den Abschluß des Ofenraumes nach außen sorgt. Das in den entleerten Kübel einströmende Gichtgas wird beim Abwärtsgehen des leeren Kübels durch selbsttätiges Anheben des Deckels aus dem Kübel entleert. Der Deckel wird entweder zusammen mit dem Kübel nach unten gefahren oder er wird an eine besondere Vorrichtung auf der Gichthöhe abgegeben. Die Kübelbegichtung bedeutet gegenüber den früheren Begichtungsverfahren eine große Vereinfachung des mechanischen Teiles, d. h. erhöhte Betriebssicherheit bei vermindertem Betriebspersonal.

In ganz besonderem Maße tritt die erhöhte Betriebssicherheit dort in die Erscheinung, wo für die Steuerung die Leonard-Schaltung in Anwendung kommt. Die Leonard-Schaltung gestattet bei größtmöglicher Fördergeschwindigkeit eine sichere Beherrschung der großen zu fördernden Massen unter Vermeidung einer vorzeitigen Ermüdung des Windenführers, da die Steuerapparate nur für den Erregerstrom der

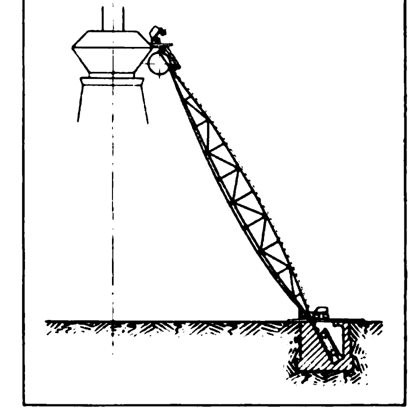


Bild 3. Aufzug mit Linsenträger-Gerüst.

Digitized by Google

Maschinen zu bemessen sind und nicht für den Hauptstrom wie bei der Kontrollersteuerung. Der Windenführer bekommt ein sicheres Gefühl für die Bedienung seiner Maschine durch die Eigenart der Leonard-Schaltung, die darin besteht, daß, abgesehen vom Spannungsabfall, auch bei verschiedenen Lasten (Erz und Koks) ein und derselben Steuerhebelstellung die gleiche Geschwindigkeit des Aufzuges entspricht. Die Anwendung der Leonard-Schaltung bedeutet auch eine Schonung der Kraftzentrale, was bei kleineren Kraftzentralen ins Gewicht fallen kann. Beim Einschaltvorgang wird die Energie allmählicher entnommen als bei der reinen Widerstandsregelung, bei der unmittelbar beim Einschalten sofort der volle Anfahrstrom, aber auch die volle Spannung dem Netz entnommen wird, d. h. sofort bei Beginn des Spieles ist die größte vorkommende Leistung eingeschaltet. Bei der Leonard-Schaltung dagegen beginnt jedes Spiel mit der Spannung 0, d. h. auch die Leistung beginnt

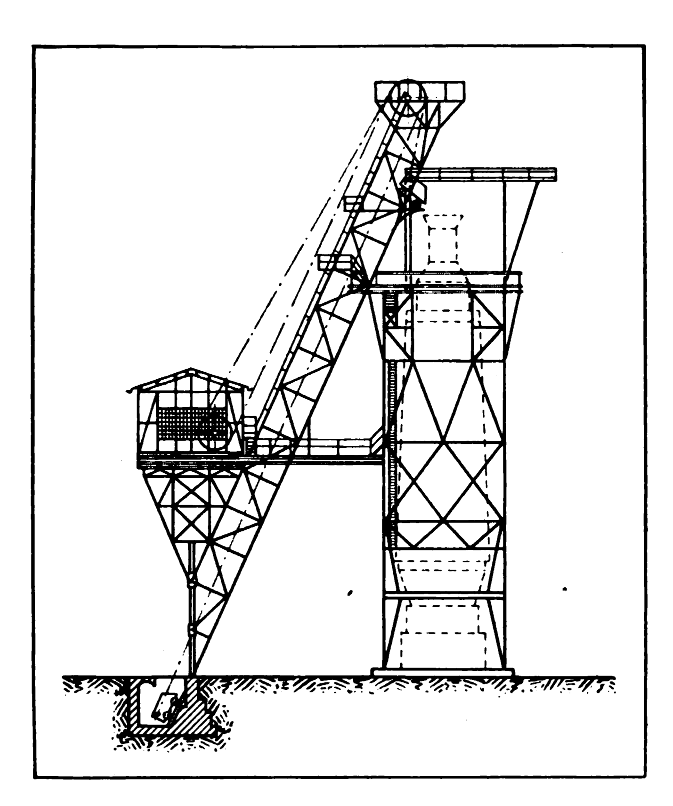


Bild 4. Schrägaufzug mit Schnabelkipper.

mit 0 und die Energieentnahme aus dem Netz steigt erst mit zunehmender Geschwindigkeit auf den Höchstwert an.

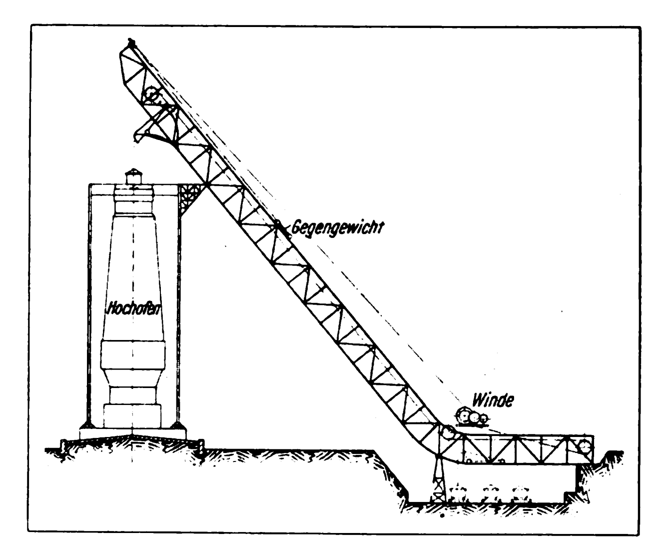


Bild 5. Schrägaufzug für Kübelbegichtung.

Das Streben nach Herabsetzung der Gestehungs- und der Betriebskosten einer Begichtungsanlage sowie die Notwendigkeit, auch an Raum sparen zu müssen, veranlaßte in den letzten Jahren einen neuen Schritt in der Entwicklung derartiger Anlagen. Bei dem neuen Verfahren werden mehrere Öfen zu einer Gruppe zusammengefaßt und von einem gemeinsamen Steilaufzug bedient. Die Anzahl der Öfen, die einem Aufzug zugeordnet werden kann, hängt von der Einzelleistung der Öfen ab uud ferner davon, wie weit die Kübellasten und die Aufzugsgeschwindigkeit gesteigert werden können, ohne die Betriebssicherheit zu beeinträchtigen. Der Aufzugsschacht findet seinen Platz in der Ofenreihe, und vom Schacht aus werden die Kübel über eine wagerechte Fahrbahn auf die einzelnen Öfen verteilt. Der Standort des Schachtes in der Ofenreihe richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen, von denen es auch abhängt, ob Koks und Erz in ein und demselben Schacht zu fördern sind, oder ob sie getrennte Schächte haben müssen, ob besser eine ortsfeste Winde mit Seilkatzen oder eine fahrbare Winde in Anwendung kommt.

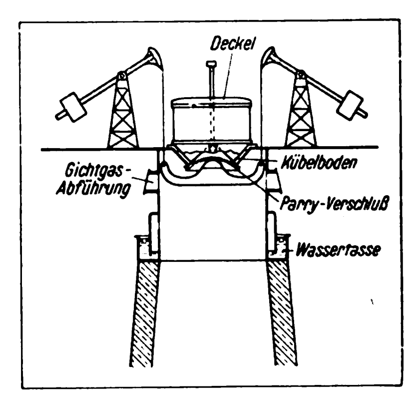


Bild 6. Einfacher Parry-Trichterverschluß.

Digitized by Google



Bild 7. Begichtungsanlage der Georgs-Marien-Hütte.

Eine fahrbare Winde, der sogenannte Übergichtwagen, benötigt den ortsfesten Winden gegenüber weniger Seil. Sie hat aber den Nachteil, daß entlang der ganzen Fahrbahn Schleifleitungen gezogen werden müssen, deren Anzahl von der Stromart und der gewählten Schaltung abhängig ist und bei Anwendung eines mitfahrenden Führerstandes bis zu zehn Stück betragen kann. Den Führer des Übergichtwagens sucht man durch geeignete Vorrichtungen der Einwirkung der gesundheitschädlichen Hochofengase zu entziehen. Diese Vorrichtungen erstrecken sich auf eine gasdichte Ausführung des Führerraumes mit Lufterneuerungsmöglichkeit. Würde man bei Anwendung eines Übergichtwagens den Führerstand fest anordnen, dann könnte man zwar den Führer in wirksamer Weise gegen die Einwirkung der Gichtgase schützen, doch würde die Zahl der Schleifleitungen infolge der Fernsteuerung auf etwa das Doppelte vermehrt werden.

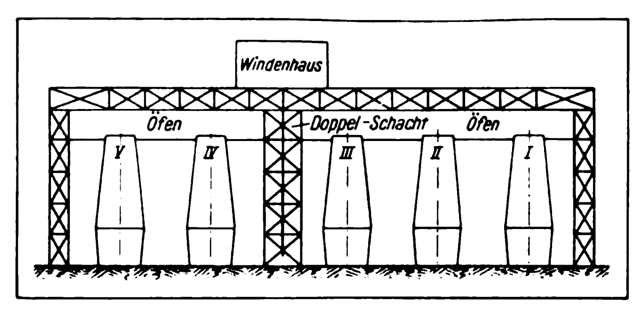


Bild 8. Anordnungsskizze der Hochofen- und Begichtungsanlage.

Bei der ortsfesten Winde mit Seilkatze und mit ortsfestem Führerstand vermeidet man die Schleifleitungen. Der Führer sowohl als auch die elektrischen Maschinen und Apparate sind in ausreichender Weise der Einwirkung der Hochofengase entzogen. Bei der ortsfesten Winde kann ferner ohne besondere Schwierigkeit ein Gegengewicht verwendet werden, mit dem Erfolg, daß die Maschinenleistungen für Motoren und Umformer kleiner ausfallen. Das Gegengewicht gleicht in der Regel das Gewicht der toten Last und die halbe Nutzlast aus, und beim Zuge aufwärts ist somit nur eine Leistung entsprechend der halben Nutzlast aufzubringen. Ebenso ist beim Senken nur die halbe Nutzlast zu heben, die im Gegengewicht steckt. Die Maschinen sind demnach beim Heben und Senken mit einem positiven Drehmoment belastet, welche Tatsache wiederum der Steuersicherheit der Anlage zugute kommt.

Als Ausführungsbeispiel einer Anlage mit ortsfester Winde und gemeinsamem Erz- und Koksschacht wird nachstehend die kürzlich in Betrieb gekommene Begichtungsanlage der Georgs-Marien-Hütte beschrieben. Der mechanische Teil dieser Anlage wurde von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg und die elektrische Ausrüstung von den Siemens-Schuckertwerken geliefert. Die Gesamtansicht der Anlage zeigt Bild 7. Das Bild zeigt zum Teil noch die Gerüste der alten Dampfaufzüge, die nach und nach ausgebaut werden sollen. Die Disposition der Anlage entspricht der Skizze 8. In einer Reihe von fünf Öfen wurde zwischen dem dritten und vierten Ofen ein Doppelschacht errichtet, auf den sich eine Übergichtfahrbahn stützt. Über dem Schacht befindet sich auf der

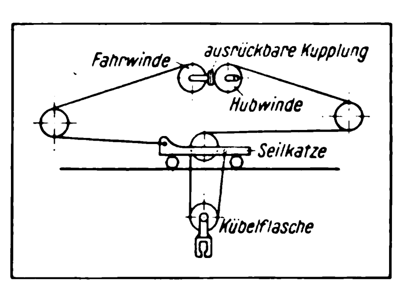


Bild 9. Seilschema.

Digitized by Google

Fahrbahn das Windenhaus, in dem zwei Winden untergebracht sind. Die eine dieser Winden beschickt im normalen Betrieb die Öfen 1 bis 3 und die andere Winde die Öfen 4 bis 5. In Gichthöhe sind die fünf Öfen durch eine gemeinsame Gichtbühne verbunden, die von der Hüttensohle außer über Treppen durch einen Personenaufzug erreicht werden kann. Diese Gichtbühne dient nicht der eigentlichen Beschickung, wie es bei den älteren mit Dampf betriebenen Aufzügen der Fall war, sondern sie dient lediglich der Überwachung der Begichtungsvorgänge an den Öfen und der Überwachung des Ofenganges selbst durch den Gichtmeister. Die eigentliche Fahrbahn für die Seilkatzen ist in der Trägerkonstruktion in 8 m Höhe über der Gichtbühne angeordnet.

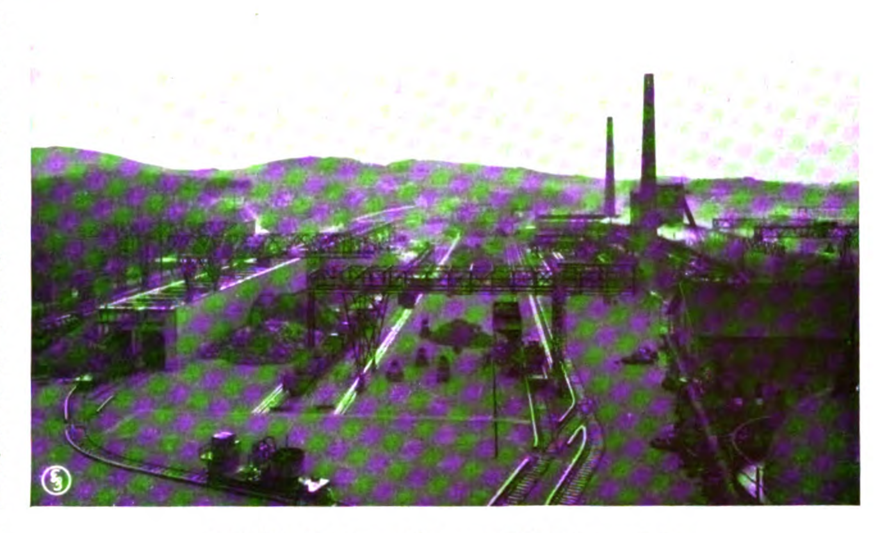


Bild 10. Bunkeranlagen und Zubringergleise.

Die mechanische Konstruktion und die elektrische Ausrüstung sind so getroffen, daß die beiden Winden eine gegenseitige Reserve bilden. Jede Winde kann in Ausnahmefällen mit ihrer Seilkatze die ganze Fahrbahn bestreichen und alle fünf Öfen bedienen. Die Anlage kann somit auf etwa das Doppelte überlastet werden. Die Lösung der Frage einer Reservehaltung bei Beschickungsanlagen ist ein ganz besonderer Vorteil

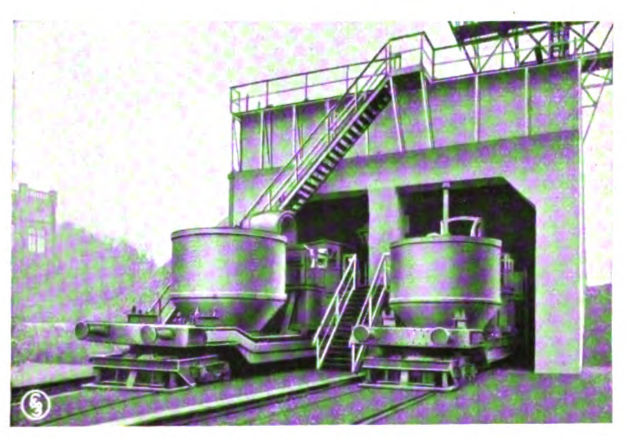


Bild 11. Einfahrt in den Erzbunker.

dieser neuen Anlage gegenüber den Schrägaufzügen. Es ist weder eine besonders eingebaute Reserve an Beschickungsvorrichtungen noch an Motoren und Umformern erforderlich. Jede Winde hat nur einen Motor, und im Windenhaus sind für beide Winden im ganzen nur zwei Leonard-Umformer aufgestellt. Ausbesserungen an Windwerk und Seilkatzen sowie am elektrischen Teil können somit ausgeführt werden, ohne den Betrieb zu stören.

Die Windwerke sind vereinigte Hub- und Fahrwinden, d. h. die Hub- und Fahrtrommeln sind durch eine lösbare Kupplung so miteinander verbunden, daß mit dem gleichen Motor einmal gefahren und das andere Mal gehoben bzw. gesenkt werden kann.

Das Seilschema (Bild 9) zeigt, daß sich beim

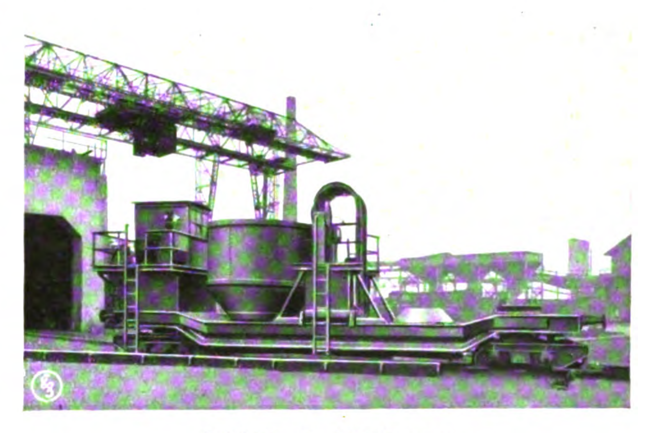


Bild 12. Erzkübelwagen.

Hubvorgang die Hubtrommel allein bewegt, während beim Fahren die Hub- und die Fahrtrommel gleichzeitig tätig sein müssen. Es muß bei-

Digitized by Google

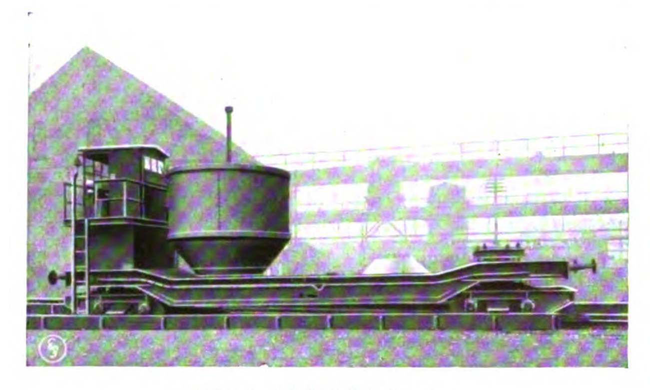


Bild 13. Kokskübelwagen.

spielsweise beim Fahren nach links von der Hubtrommel genau so viel Seil abgewickelt werden, wie von der Fahrtrommel Seil aufgewickelt wird, damit der Kübel beim Fahren die gleiche Höhe zur Fahrbahn beibehält. Für die Fahrbewegung nach rechts gilt sinngemäß das Umgekehrte. Die Gegengewichte sind in den Stütztürmen an den beiden Enden der Fahrbahn (Bild 7) untergebracht. Im Seilschema sind die Gegengewichtsseile der Übersichtlichkeit halber fortgelassen.

Bild 10 stellt eine Ansicht des Hüttengeländes von der Gichtbühne aus gesehen dar. Auf dem Bilde links erkennt man die neu errichtete Erzbunkeranlage, während rechts ein Teil der im Ausbau begriffenen Koksbunkeranlage zu sehen ist. Die Kokereianlagen befinden sich im Hintergrunde rechts von dem Zubringergleis für Koks. In der Regel wird der frisch abgelöschte Koks ohne den Umweg über den Bunker zum Gichtaufzug ge-

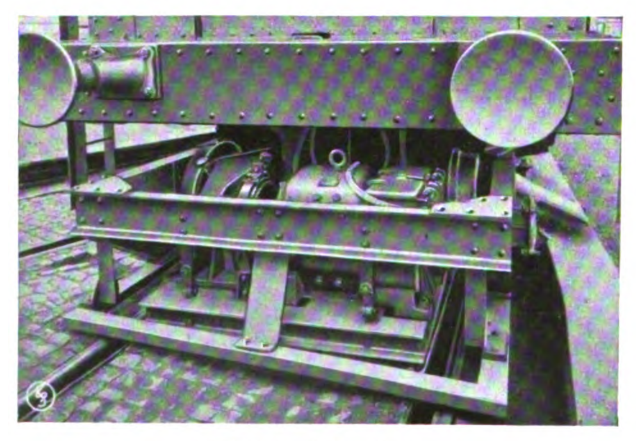


Bild 14. Fahrantrieb.

fahren. Die Möllerung für die Erzkübelwagen geschieht durch Verfahren des Zubringerwagens unter den verschiedenen Taschen des Erzbunkers.

Die Arbeitsgeschwindigkeiten der Anlage sind folgende:

Fahren der Zubringerwagen 1,5 m/s,
Heben und Senken im Schacht 0,55 m/s,
Fahren der Seilkatze 1,1 m/s.

Der Aufzug benötigt für eine Aufzugsfahrt im Mittel 240 s einschließlich der Pausen für das Einhängen der Kübel, für die Kupplung bzw. Entkuppelung an der oberen Schachthaltestelle und für den Begichtungsvorgang. Im Höchstfalle können somit 15 Kübel in der Stunde gefördert werden.

Bild 11 zeigt die Einfahrt der Erzkübelwagen in die Bunkeranlage.

In Bild 12 wird ein Erzkübelwagen besonders dargestellt, während Bild 13 einen Kokskübelwagen zeigt.

Die Zubringerwagen werden elektrisch betrieben mit Stromzuführung durch eine dritte Schiene, die gegen Berührung von außen her durch Holz abgedeckt ist. Die Zubringerwagen enthalten zwei Kübelplätze mit Zentrierkegeln, damit die Kübel beim Aufsetzen durch den Gichtaufzug immer genau denselben Platz einnehmen. Der Gichtaufzug setzt bei dem Leerplatz einen Leerkübel ab und nimmt, nachdem der Zubringerwagen um ein entsprechendes Stück verfahren wurde, von dem zweiten Zentrierkegel den Vollkübel ab. Die Gewichte für den Erzzubringerwagen sind:

Erzlast	bis 20 t
1. Kübel	„ 6 t
2. Kübel	„ 6 t
Wagengewicht	„ 33 t
Elektrische Ausrüstung . .	„ 2,5 t
zus. . .	67,5 t

Das Gewicht des Kokszubringerwagens setzt sich zusammen aus:

Kokslast	7,5 t
1. Kübel	6 t
2. Kübel	6 t
Wagen	22,5 t
Elektrische Ausrüstung	2 t
zus. . .	44 t

Die Zubringerwagen sind für die Fahrbewegung mit zwei Motoren ausgerüstet, die nach Bild 14 im vorderen und hinteren Wagendrehgestell angeordnet sind. Vermöge der verwendeten Serienparallelschaltung für die Steuerung ist eine sehr

Digitized by Google



Bild 15. Wiegevorrichtung.

genaue Einstellung des Zubringerwagens unter den Erzbunkerausläufen und beim Einfahren in die Aufzugsflasche möglich.

Bild 15 gibt die Wiegevorrichtung für die Zusammenstellung der Erzfüllung aus den verschiedenen Erzsorten wieder. Ferner läßt dieses Bild einen motorischen Antrieb mit Schnecke erkennen, der für die Drehbewegung der Aufsatzteller der Kübel bestimmt ist. Diese Drehbewegung während des Einlaufens des Erzes ist erforderlich, damit die verschiedenen Erzsorten gleichmäßig in dem Kübel verteilt werden. Für die Kokszubringerwagen ist eine besondere Wiegevorrichtung nicht erforderlich. Bild 16 zeigt den unteren Teil des Schachtes, in den ein Erzzubringerwagen eingefahren ist. Im oberen Teil des Bildes ist die Kübelflasche zu erkennen, in die nach Bild 17 der Kübelstangenkopf durch Bedienung der Fahrschaltung des Zubringerwagens eingefahren wird. Beim Anheben der Kübelflaschen durch den Aufzug ziehen sich die im Bilde erkennbaren tragenden Teile der Flasche in eine Manschette hinein, die eine zuverlässige Sicherung gegen ein etwaiges Herausgleiten des Kübelstangenkopfes aus der Flasche bildet.



Bild 17. Einhängen des Kübelstangenkopfes.

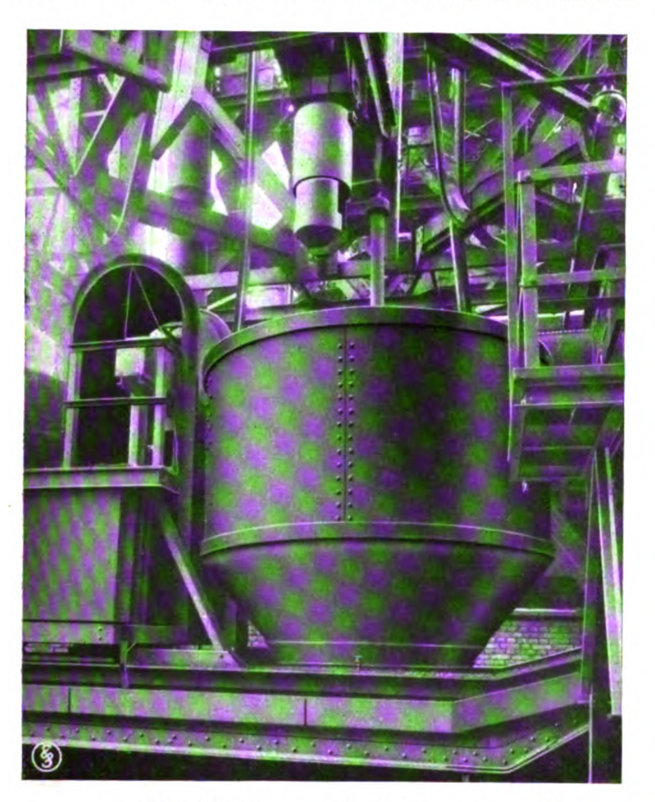


Bild 16. Untere Schachthaltestelle.

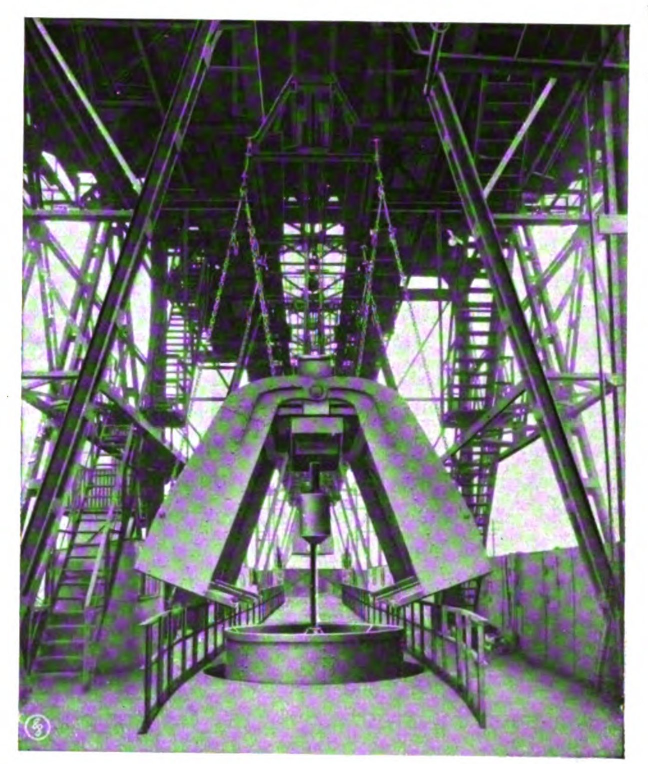


Bild 18. Auftauchen des Kübels aus dem Schacht.

Digitized by Google

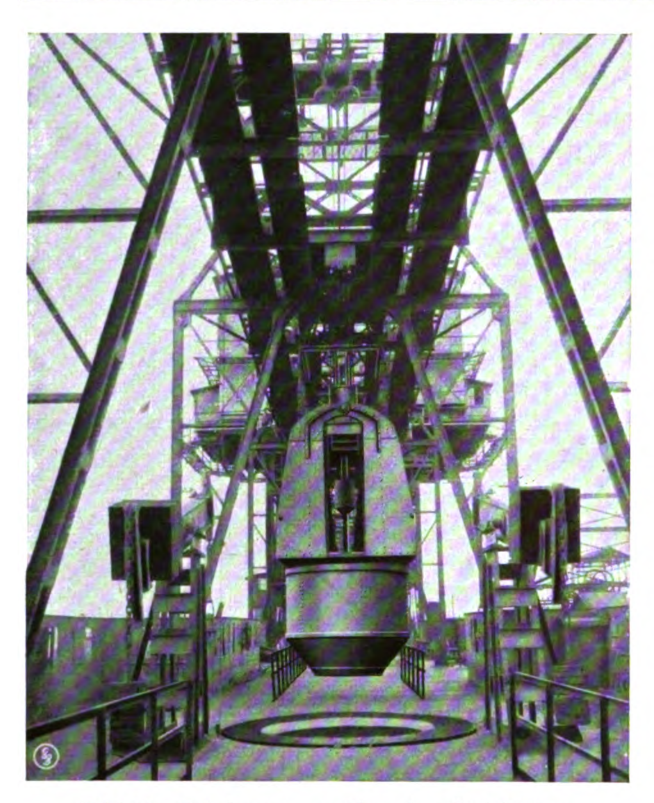


Bild 19. Fahrbewegung über der Gichtbühne.

Die Kommandos für das Abfahren der Zubringerwagen aus den Bunkeranlagen sowie für das Anheben des Gichtaufzuges werden von dem Gichtmeister durch elektrische Hupen unter gleichzeitigem Kenntlichmachen des Kommandos auf einem Lichttableau gegeben. Der Gichtmeister hat seinen Standort in dem in Bild 18 links erkennbaren Häuschen auf der Gichtbühne. Bild 18 gibt die Gichtbühne und die Seilkatzenfahrbahn in ihrer Längsausdehnung wieder, sowie das Auftauchen eines Kübels aus dem Schacht kurz vor der Schließbewegung der Deckelkonstruktion. Die in dem Bilde sichtbaren Treppen führen zum Windenhaus. Bild 19 zeigt die Fahrbewegung des Kübels entlang der Gichtbühne kurz vor dem Aufsetzen auf einen Gichttrichter, Bild 20 den auf den Gichttrichter aufgesetzten Kübel mit geschlossenem, aber noch nicht aufgesetztem Deckel. Beim weiteren Absenken setzt sich zuerst der Deckel auf, während der mit dem Kübelinhalt dann weiter abwärts gehende Kübelboden den Verschlußkörper des Gichttrichters in das Ofeninnere hineindrückt und das Gichtgut durch den im Kübelboden entstehenden ringförmigen Spalt in das Innere des Ofens stürzen läßt. Der Aufwärtsbewegung des Kübelbodens folgt der durch Balanciers mit Gegengewicht ausgeglichene Verschlußkörper selbsttätig nach. Der leere Kübel wird dann zurückgefahren und auf einen neuen Zubringerwagen abgesetzt. Bild 21 läßt das Innere des Windenhauses erkennen. Man sieht links die beiden Winden und rechts den nach dem Windenhaus zu abgekleideten Steuerstand. Eine zweite Ansicht des Windenhauses stellt Bild 22 dar. Das Windenbild läßt die Trommelanordnung für die Hub-, Fahr- und Gegengewichtsseile erkennen. Die linke Seite des Bildes zeigt einen Umformer und die Hochspannungsschaltanlage für die Drehstrom-Steuermotoren. Den zweiten Umformer und die Gleichstromschalttafel zeigt das Bild 23, das auch die Umformerwahlwalze erkennen läßt, mit der es möglich ist, den Umformer I auch auf Winde 2 und den Umformer II auf Winde 1 zu schalten.

Da der Windenführer in einer solchen ausgedehnten Anlage die Bewegungsvorgänge und

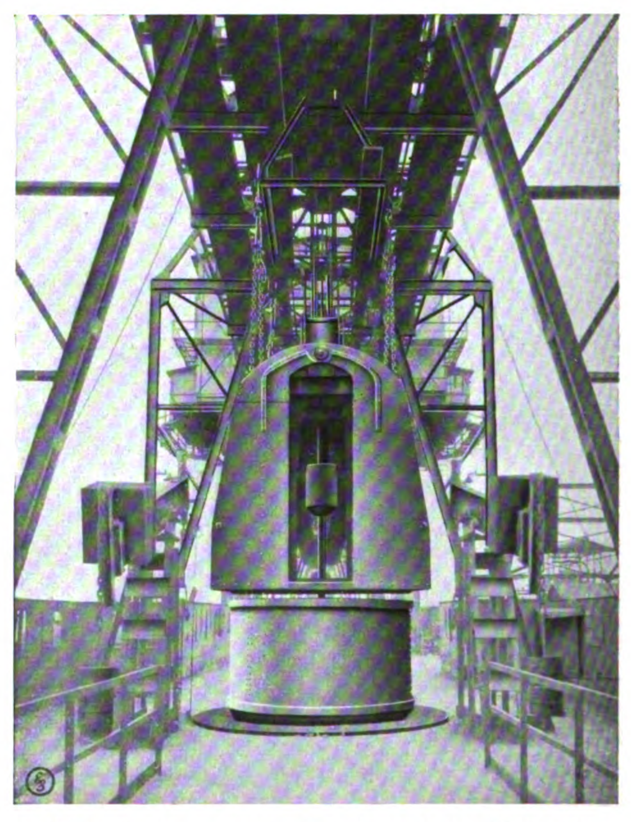


Bild 20. Aufsetzen eines Kübels auf den Gichttrichter.

die Haltepunkte des Aufzuges, die etwa der unter Bild 24 skizzierten Bewegungslinie entsprechen, nicht mehr übersehen kann, mußte ein besonders

Digitized by Google

ausgebildetes Steuergerät entwickelt werden. Ein solches Steuergerät wurde mit dem den SSW durch DRP. geschützten Fahrt- und Teufenzeiger für zwei Bewegungsrichtungen geschaffen, dessen Aufbau aus den Bildern 25 und 26 hervorgeht. Der neue Teufenzeiger stellt die Begichtungsanlage in verkleinerter und vereinfachter Form maßstabgerecht so dar, daß der Führer im Windenhaus an Hand dieses Instrumentes genau die einzelnen Phasen des Begichtungsvorganges verfolgen kann. Die Hub- und Senkbewegung wird durch eine Kübelmarke, und das Anzeigen der Fahrbewegung durch die Seitwärtsbewegung einer Seilwagenmarke zusammen mit der Kübelmarke kenntlich gemacht.

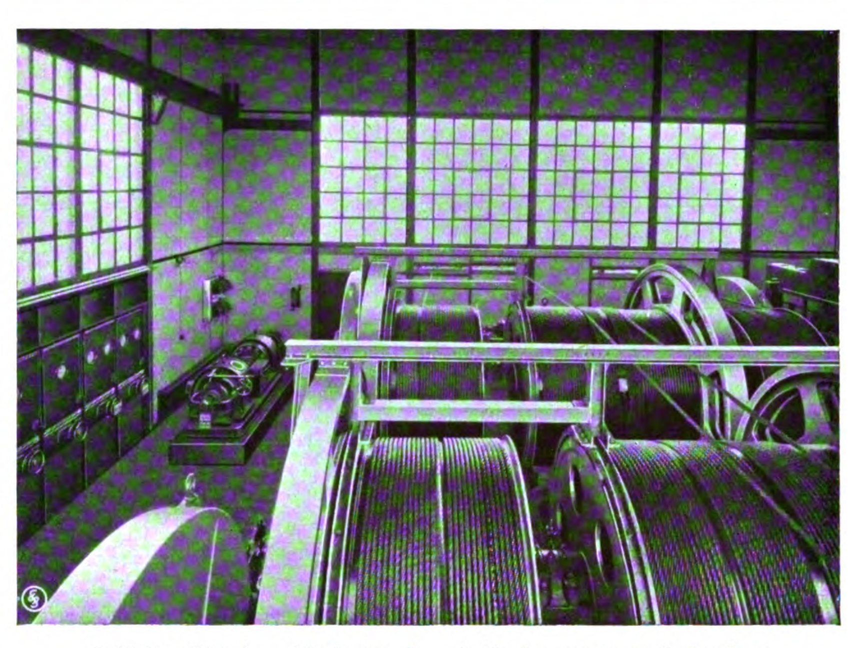


Bild 22. Winden, Umformer I und Hochspannungsschaltanlage.

Mit dem Teufenzeiger ist ein Fahrtregler mit Ofenwähler verbunden. Der Fahrtregler besteht aus festen Eisentrommeln mit aufgebauten Kurvenstücken, welche die Steuerhebelstellung unter Vermittlung von Rollenhebeln beeinflussen. Jedem Ofen sind bestimmte Kurvenebenen für Hin- und Rückfahrt zugeordnet.

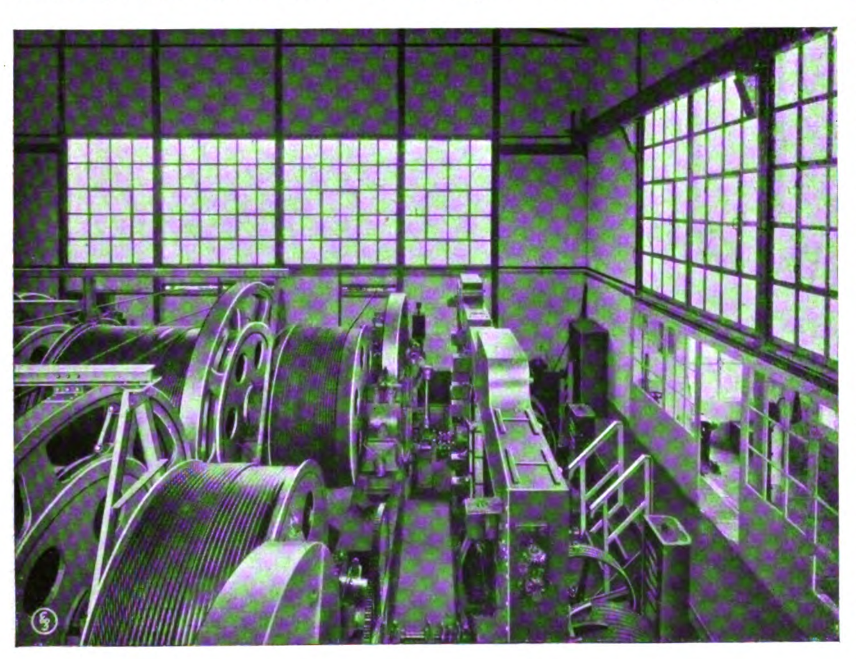


Bild 21. Windenanlage mit Steuerstand.

Nach dem vorgeschriebenen Begichtungsprogramm hat der Führer den Ofenwähler vor Beginn einer Beschickungsfahrt einzustellen. Der Fahrtregler verhindert dann beim Beginn des Hubes oder der Fahrt eine unzulässig hohe Beschleunigung. Das Stillsetzen für den Hub oben im Schacht oder für die Fahrt über den eingestellten Ofen sowie für die Senkbewegung über Gicht erfolgt selbsttätig durch Rückstellung des Steuerhebels. Für die Rückfahrt gilt sinngemäß das gleiche. Eine Neueinstellung des Ofenwählers ist erst beim Beginn der nächsten Beschickungsfahrt wieder erforderlich, und zwar nur dann, wenn ein anderer Ofen beschickt werden soll. Alle Begrenzungs- und Sicherheitsvorrichtungen, die für die einzelnen Hub- und Fahrstrecken erforderlich werden, sind am Teufenzeiger vereinigt und werden dort von den ihnen zugeordneten Teilen des Teufenzeigers betätigt. Die Einstellung des Ofenwählers wird durch eine Ziellampe am Teufenzeiger kenntlich gemacht. Es ist noch eine Sicherheitsvorrichtung vorgesehen, die in der Weise wirkt, daß die Ingangsetzung des Auf-

Digitized by Google

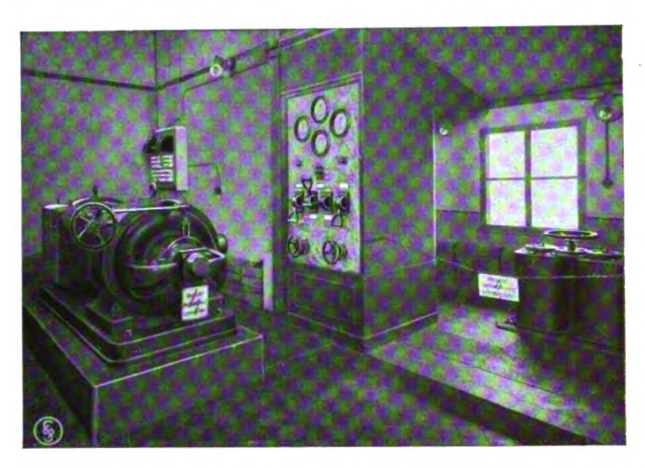


Bild 23. Umformer II, Gleichstromtafel und Schaltwalze für Umformerwahl.

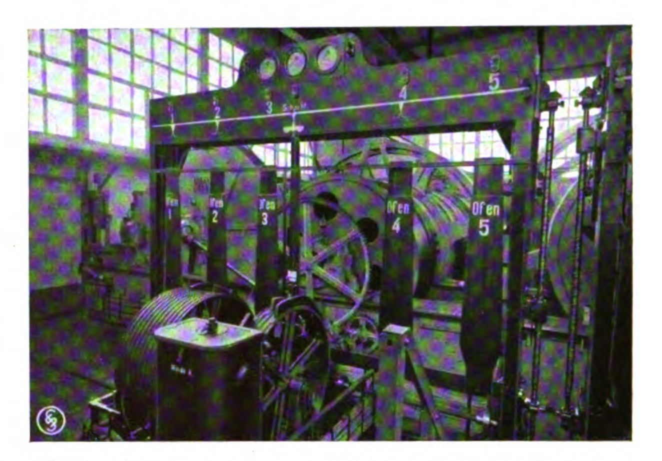


Bild 25. Vorderansicht eines Fahrt- und Teufenzeigers.

zuges nicht möglich ist, wenn die Einstellung des Ofenwählers nicht genau war.

Das Nachstellen der Teufenzeiger bei Auflegen neuer Windenseile, die im Anfang die Neigung haben sich zu längen, kann in wenigen Sekunden durch Umstecken einer Kupplung mit Noniusteilung geschehen.

Der neue Teufenzeiger bedeutet in seinen wertvollen Eigenschaften ein durchaus zuverlässiges Instrument in der Hand des bei der schnellen Spielfolge hochbeanspruchten Windenführers.

Die Schaltung der Begichtungsanlage ist aus Bild 27 ersichtlich. Sie ist entworfen für beide Winden, von denen jede aus dem ihr zugeordneten Schacht im normalen Betriebe ihre eigene Ofenreihe beschickt. Die sinngerechte Handhabung des Steuerhebels wird durch einen Steuerbock mit H-Schlitz beherrscht. Der eine Längsschlitz gilt für die Hub- und Senkbewegung und der andere für Rechts- und Linksfahrt. Beim Übergang von dem einen Längsschlitz in den anderen wird eine Umschaltwalze betätigt, die ihrerseits die Ein- bzw. Ausschaltung (je nach der Bewegungsrichtung des Steuerhebels) der Kupplung zwischen Hub- und Fahrtrommel veranlaßt. Das Entkuppeln für den Hubvorgang ist nur möglich, wenn die Fahrbremse aufliegt. Ferner kann die Bremse für die Hubtrommel erst

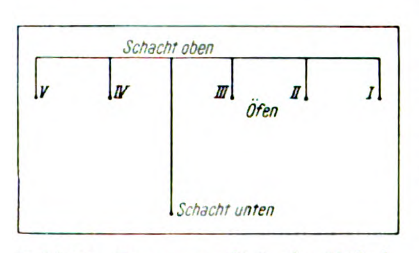


Bild 24. Bewegungslinie der Kübel.

gelüftet werden, wenn die Kupplung vollständig geöffnet ist. Die Bremsen und die Kupplung werden durch Hubmagnete bedient.

Um bei Beginn des Spieles volles Motorfeld zu haben, damit ein Durchsacken der Last vermieden wird, bleibt ein Teil des Feldes während der Pausen eingeschaltet, und ferner schaltet das Schütz für den Bremsmagnetstromkreis erst nach dem Feldschütz. In dem Steuerstromkreis für die Schützen befinden sich noch folgende Sicherheitsschalter:

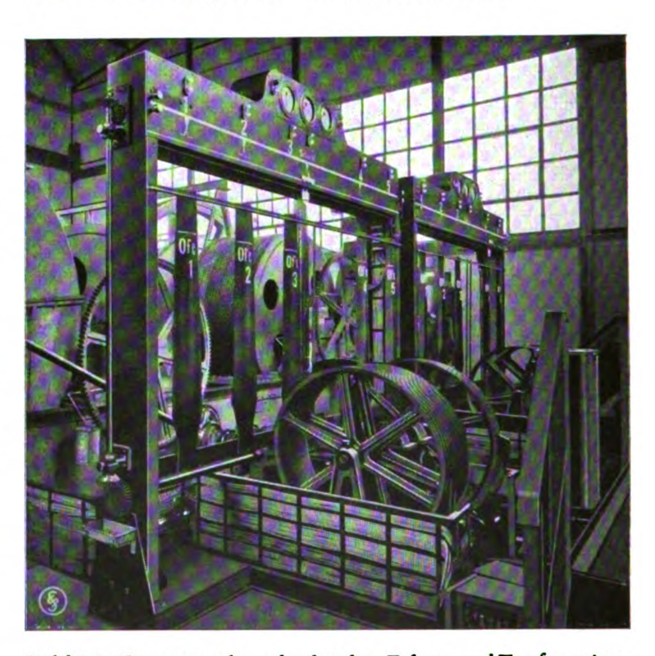


Bild 26. Zusammenbau der beiden Fahrt- und Teufenzeiger mit den Winden.

Abschalter für die äußersten Punkte der Hub- und der Fahrbewegung,

ein Schalter, der dafür sorgt, daß die Fahr-


Digitized by Google

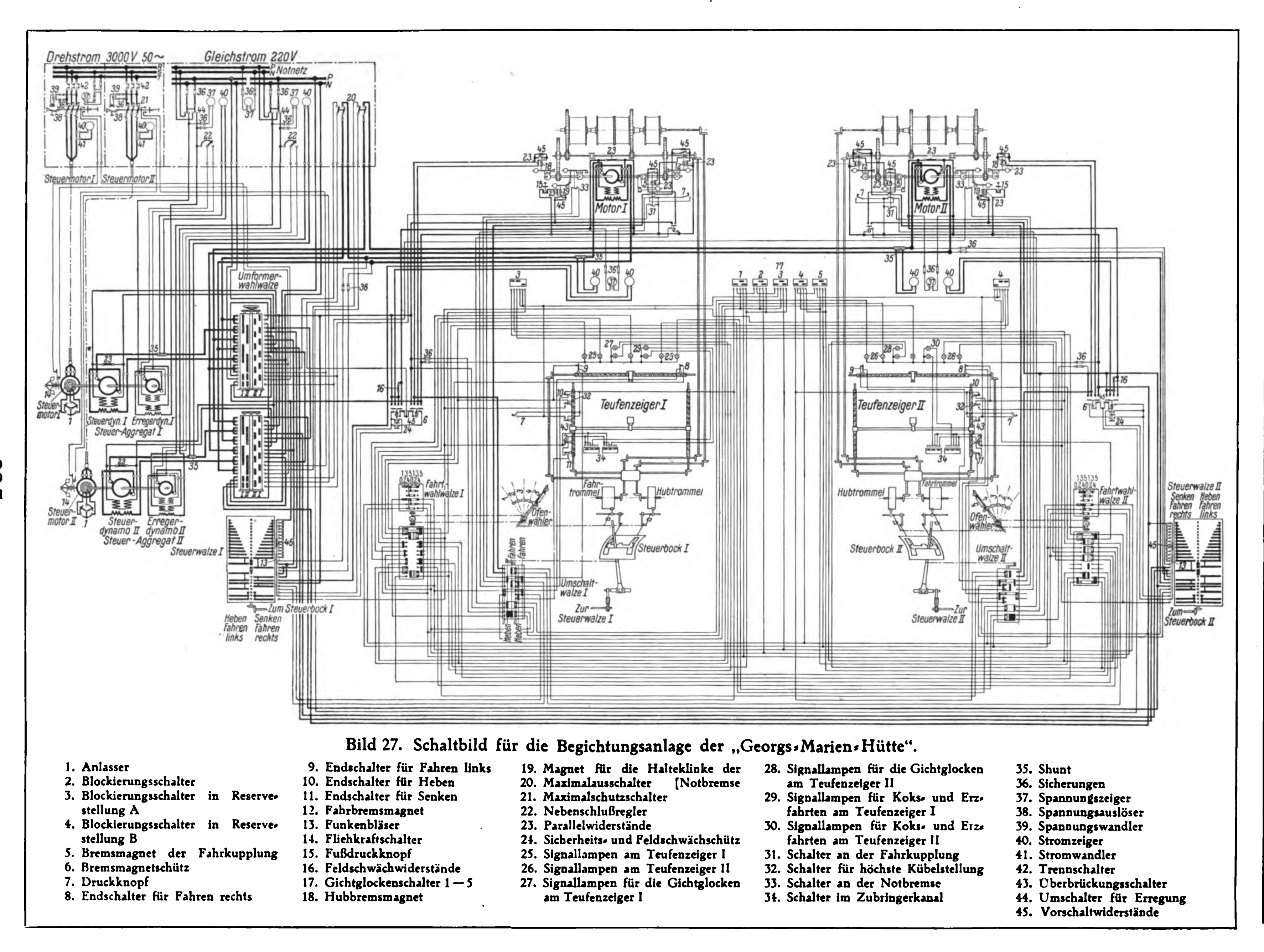


Bild 27. Schaltbild für die Begichtungsanlage der „Georgs-Marien-Hütte“.

1. Anlasser
2. Blockierungsschalter
3. Blockierungsschalter in Reservestellung A
4. Blockierungsschalter in Reservestellung B
5. Bremsmagnet der Fahrkupplung
6. Bremsmagnetschütz
7. Druckknopf
8. Endschalter für Fahren rechts
9. Endschalter für Fahren links
10. Endschalter für Heben
11. Endschalter für Senken
12. Fahrbremsmagnet
13. Funkenbläser
14. Fliehkraftschalter
15. Fußdruckknopf
16. Feldschwächwiderstände
17. Gichtglockenschalter 1—5
18. Hubbremsmagnet
19. Magnet für die Halteklinke der Notbremse
20. Maximalausschalter
21. Maximalschutzschalter
22. Nebenschlußregler
23. Parallelwiderstände
24. Sicherheits- und Feldschwächschütz
25. Signallampen am Teufenzeiger I
26. Signallampen am Teufenzeiger II
27. Signallampen für die Gichtglocken am Teufenzeiger I
28. Signallampen für die Gichtglocken am Teufenzeiger II
29. Signallampen für Koks- und Erzfahrten am Teufenzeiger I
30. Signallampen für Koks- und Erzfahrten am Teufenzeiger II
31. Schalter an der Fahrkupplung
32. Schalter für höchste Kübelstellung
33. Schalter an der Notbremse
34. Schalter im Zubringerkanal
35. Shunt
36. Sicherungen
37. Spannungszeiger
38. Spannungsauslöser
39. Spannungswandler
40. Stromzeiger
41. Stromwandler
42. Trennschalter
43. Überbrückungsschalter
44. Umschalter für Erregung
45. Vorschaltwiderstände

Digitized by Google

bewegung nur in einer ganz bestimmten Höhe des Kübels über der Fahrbahn eingeleitet werden kann,

Gichtverschlußschalter, die ein Abheben des Kübels von der Gicht bei nicht geschlossener Gichtöffnung nur um ein bestimmtes Stück zulassen.

In einem solchen Falle kann der Kübel nur wieder auf die Gicht gesenkt werden. Alle übrigen Bewegungen sind verriegelt. Durch Senken des Kübelbodens wird es dann in der Regel möglich sein, die im Verschlußkegelsitz eingeklemmten Erz- oder Koksstücke zum Abfallen und den Verschlußkegel zum Schließen zu bringen. Die Lage des Verschlußkegels wird dem Führer durch ein rotes bzw. grünes Lampensignal am Teufenzeiger angezeigt.

Der Schützenstrom ist weiter über den Maximalschalter im Ankerstromkreis, über einen Zentrifugalschalter des Umformers, über einen Hilfskontakt am Ölschalter des Steuermotors und über einen Abhängigkeitsschalter an der Notbremse geführt. In allen Gefahrfällen, die die genannten Schalter zur Auslösung bringen, werden somit auch die Schütze zum Abfallen und die Bremsen zum Einfallen gebracht. Die Notbremse wird durch die Betätigung eines Druckknopfes bedient.

In der Nullstellung der Steuerwalzen sind Kontakte angeordnet, die die Steuerdynamo auf sogenannte „falsche Selbsterregung" schalten, um zu vermeiden, daß ein durch remanenten Magnetismus entstehender Ankerstrom die Winde unbeabsichtigt in Tätigkeit setzt.

Soll in Ausnahmefällen eine Winde alle fünf Öfen mit Material versorgen, so ist das nur möglich, wenn vorher die Ofenwahlwalze der stillzusetzenden Winde auf Null gestellt und die zugehörige Seilkatze in die äußerste Fahrbahnstellung gebracht wurde. Mit der ersten Maßnahme wird erreicht, daß die Signale und Hilfsschaltungen der stillzusetzenden Winde auf den Teufenzeiger der zweiten Winde umgeschaltet werden, während die zweite Forderung auf die Betätigung eines Blockierungsschalters begründet ist, der nur im eingeschalteten Zustande das Befahren der ersten Fahrbahnhälfte durch die zweite Winde zuläßt. Zusammenstöße der Seilkatzen werden auf diese Art wirksam vermieden.

Die neue Begichtungsanlage der Georgs-Marien-Hütte benötigt für fünf Öfen nur zwei Windenführer. Der auf der Hüttensohle beanspruchte Raum beschränkt sich auf die Fußpunkte für den Hauptschacht und für die beiden kleineren Schächte, die — an den beiden Enden der Fahrbahn angeordnet — zur Führung der Gegengewichte dienen. Aber am wesentlichsten ins Gewicht fallen dürfte wohl die Erkenntnis, daß man in einer so zusammengefaßten Anlage gegenüber der Einzelbegichtung mit bedeutend weniger Material für Eisenkonstruktion, Winden und für die elektrische Ausrüstung auskommt.

Beeinflussung von Schwachstromleitungen durch parallel geführte Starkstromleitungen

Von A. Zastrow.

Mitteilung aus dem Zentrallaboratorium des Wernerwerks der S. & H. A.-G.

Ein Hauptverbraucher der Kraftwerke wird in Zukunft die Eisenbahnverwaltung sein, da die Zugförderung im wesentlichen durch elektrische Lokomotiven bewerkstelligt werden wird. Die Fernleitung starker elektrischer Energie hat nun zur Folge, daß die Starkstromleitungen die Fernsprech- und Telegraphen-, überhaupt alle Schwachstromleitungen, die in ihrer Nähe geführt sind, beträchtlich beeinflussen. Diese Einflüsse können so erheblich werden, daß sie nicht nur den Betrieb stören oder unmöglich machen, sondern auch das Personal, das sich der Schwachstromanlagen bedient, gefährden. Bei der zunehmenden Verbreitung der elektrischen Kraftübertragungsanlagen müssen also Mittel und Wege gefunden werden, ihre Einwirkungen auf die Fernmeldeanlagen zu beseitigen oder doch so zu vermindern, daß ein einwandfreier Schwachstrombetrieb möglich und Gefährdung von Personen vermieden wird. Die nachstehenden Ausführungen sollen einen Überblick über Art und Umfang der Beeinflussungen und über Schutzmaßnahmen gegen sie geben.

Die Einwirkung einer Starkstromleitung auf benachbarte Schwachstromleitungen läßt sich einteilen in eine galvanische, eine elektrische

Digitized by Google

und eine magnetische. Jede von ihnen kann für sich allein auftreten oder mit den anderen zusammen. Den beiden letztgenannten Störwirkungen ist der Umstand gemeinsam, daß Störungen nur durch rasche Änderungen von Spannung oder Strom verursacht werden. Die stärksten Einflüsse auf die Fernmeldeanlagen sind demnach von den mit Wechselstrom betriebenen Starkstromanlagen zu erwarten. Die Größe der Einwirkungen ist hierbei abhängig von dem Abstand der Starkstrom- von der Schwachstromleitung, von der Länge des Parallelverlaufes und den Symmetrieverhältnissen der Leitungen. Besteht der Starkstromkreis aus metallischer Hin- und Rückleitung, so heben sich die Wirkungen aus den einzelnen Starkstromkreisen gegenseitig bis auf Reste auf. In diesem Falle sind die Einwirkungen auf die Schwachstromleitungen nur gering im Gegensatz zu den Starkstromkreisen, bei denen die Rückleitung durch die Erde erfolgt. Die letztgenannten üben die stärksten Einflüsse auf die Schwachstromleitungen aus, da sowohl das elektrische als auch das magnetische Feld des Starkstromes voll wirksam wird, wie z. B. bei den Einphasen-Bahnanlagen, bei denen ja zum allergrößten Teil der Rückstrom über Erde fließt.

Eine galvanische Einwirkung ist möglich, wenn sowohl bei der Schwachstrom- als auch bei der Starkstromleitung die Erde als Rückleitung benutzt wird und die Erdpunkte beider Leitungen hierbei nahe beieinander liegen. Tritt aus der Starkstromerde ein starker Strom in das Erdreich, so kann in der Nähe des Erdpunktes im Erdreich ein erhebliches Potential vorhanden sein. Ist die in der Nähe liegende Schwachstromerde nicht einwandfrei, die am anderen Ende der Schwachstromleitung liegende dagegen sehr gut, so daß eine Potentialdifferenz zwischen den beiden Erden vorhanden ist, so ist denkbar, daß sich Ströme oder Stromfäden in die Schwachstromleitung verirren. Im allgemeinen fällt jedoch das Potential um den Starkstromerder im Erdboden sehr rasch mit wachsendem Abstand ab, so daß Spannungsunterschiede zwischen den beiden Erdpunkten einer Schwachstromleitung, wenn der eine Erdpunkt nicht in unmittelbarer Nähe der Starkstromerde liegt und außerordentlich schlecht ist, nur unwesentlich sind. Im allgemeinen kann man die galvanischen Einwirkungen gegenüber den elektrischen und magnetischen vollständig vernachlässigen.

Die elektrischen Einwirkungen bezeichnet man mit Influenz oder elektrostatischer Induktion. Hervorgerufen werden sie durch das elektrische Feld des Starkstromleiters, das in der Schwachstromleitung eine Spannung erzeugt, deren Höhe durch die Lage der Leitung im elektrischen Felde der Starkstromleitung bestimmt wird. Rechnerisch läßt sich die Spannung aus den Kapazitäten, die die Leiter miteinander und mit der Erde verbinden, ermitteln. Führt eine Schwachstromleitung parallel einer Starkstromleitung, und bezeichnet man mit C_{12} die kilometrische Kapazität zwischen beiden Leitern (Gegenkapazität) und mit C_{22} die kilometrische Kapazität der Schwachstromleitung gegen Erde, so beträgt die influenzierte Spannung V

$$V = E \frac{C_{12}}{C_{12} + C_{22}},$$

wenn E die Spannung der Starkstromleitung ist. Die Kapazität C_{12} läßt sich aus den Abmessungen der Leiteranordnung berechnen. Telegraphendirektor Lienemann, Chemnitz, hat hierfür folgende Näherungsformel angegeben:

$$C_{12} = 1{,}5 \frac{b \cdot c}{a^2 + b^2 + c^2} \cdot 10^{-9}\ \text{F/km}.$$

a bedeutet hierbei den Abstand zwischen Stark- und Schwachstromleitung, b die Höhe der Starkstromleitung und c die Höhe der Schwachstromleitung über dem Erdboden. Danach nimmt C_{12} und somit auch V quadratisch mit wachsendem Abstand ab. Allgemein kann man sagen, daß die Influenzwirkung selbst bei sehr großen Spannungen und längeren Parallelführungen in einem Abstand von 100 m zwischen der Schwachstrom- und der Starkstromleitung kaum noch wahrnehmbar ist.

Die influenzierte Spannung ist, wie die Formel zeigt, unabhängig von der Länge der Parallelführung und der Periodenzahl. Dagegen gilt dies nicht für den aus der Starkstromleitung in die Schwachstromleitung übertretenden Influenzstrom. Dieser ist

$$J = E \cdot \omega \cdot l \cdot C_{12},$$

wenn die Schwachstromleitung geerdet, der Kondensator C_{22} also durch einen Kurzschluß überbrückt wird.

Digitized by Google

Influenziert der Starkstromleiter eine Anzahl von Schwachstromleitungen (ein Leiterbündel), so verteilt sich die Influenzwirkung gleichmäßig auf die einzelnen Drähte, und jeder Draht erhält um so weniger, je mehr Drähte vorhanden sind. Die Gesamtwirkung auf das Leiterbündel ist etwas stärker als auf nur einen Draht, da mit der Anzahl der Drähte die Kapazitäten C_{12} und C_{22} wachsen. Die Kapazitäten nehmen jedoch nicht proportional der Anzahl der Drähte zu, sondern langsamer, und nähern sich einem Grenzwert.

Welch starken Influenzwirkungen oberirdische Fernmeldeleitungen ausgesetzt sind, die parallel zu elektrisierten Einphasen-Bahnanlagen mit 15000 V Fahrdrahtspannung gegen Erde verlaufen, zeigen die vorgenommenen Messungen. Die Fernmeldeleitungen, die in einem Abstande von 8 bis 10 m vom Bahnkörper verlegt sind, erhalten Influenzspannungen, die bis 4000 V anwachsen können. Das Berühren einer solchen, beispielsweise einer als Doppelleitung ausgebauten Fernsprechleitung, würde also mit Lebensgefahr verbunden sein. Voraussetzung ist natürlich dabei, daß Fahrdraht und Fernsprechleitung auf eine solche Länge parallel verlaufen, daß eine zur Gefährdung eines Menschen genügende elektrische Ladung auf den Drähten entsteht. Bei einigen Kilometern Parallelführung ist dies aber bereits der Fall.

Geht der Schwachstrombetrieb in geerdeter Einzelleitung vor sich, so ist die Leitung zwar spannungsfrei, jedoch werden die nach Erde abfließenden Influenzströme so stark, daß sie die Betriebsapparate störend beeinflussen. Der Widerstand der Betriebsapparate schwächt den Influenzstrom nicht, da dieser im wesentlichen von dem Kondensator C_{12} abhängt, dessen Widerstand der Größenordnung nach Millionen Ohm beträgt. Aus diesem Grund ist auch das Einschalten von Widerstand in die Leitung zur Abschwächung des Influenzstromes zwecklos. Bei einem Abstande der Schwachstromleitung von 8 m vom Fahrdraht erhält man einen Influenzstrom von 3,5 mA, wenn die Leitungen 1 km, und 35 mA, wenn sie 10 km weit parallel laufen. In einer Telegraphenleitung beträgt der Betriebsstrom etwa 20 mA; erfahrungsgemäß genügt ein Störstrom von 20 v. H. des Nutzstroms, also etwa 4 mA, um einen Telegraphenbetrieb zu stören.

Um die Influenzwirkungen zu beseitigen, ist eine ganze Anzahl Schutzvorkehrungen angegeben worden; sie gewährleisten aber alle nicht die notwendige Störungsfreiheit, rufen meistens sogar noch Betriebsunsicherheiten hervor. Das beste Schutzmittel bleibt das Abrücken der Schwachstromleitungen von dem störenden Starkstromleiter oder die Verkabelung der Schwachstromleitungen. Bei Kabeln werden durch den geerdeten Bleimantel die elektrischen Kraftlinien nach Erde abgelenkt, so daß die Adern störungsfrei bleiben. Man hätte also bei Kabeln einen idealen Schutz gegen die störenden Einwirkungen, wenn die elektromagnetische Wirkung nicht wäre. Gegen diese sind auch die Kabeladern nicht geschützt.

Die magnetischen Einwirkungen, die man als Induktionswirkungen bezeichnet, werden durch das magnetische Feld des Starkstromleiters hervorgerufen. Dieses mit der Periodenzahl des Stromes wechselnde Feld erzeugt in der Schwachstromleitung eine elektromotorische Kraft, deren Größe linear proportional ist dem Strom J_o in der Starkstromleitung, der Kreisfrequenz ω und der Gegeninduktivität M zwischen Stark- und Schwachstromleitung,

$$\mathfrak{E} = -j\,\omega\,M \cdot l \cdot J_o.$$

Die Gegeninduktivität M läßt sich mit großer Genauigkeit nur dann bestimmen, wenn beide Stromkreise rein metallisch geschlossen sind, nicht aber, wenn beide Kreise aus Einzelleitung mit Erdrückleitung bestehen. Das liegt daran, daß man über den Verlauf der Erdrückströme nichts mit Bestimmtheit aussagen kann. In der bekannten Formel für die Gegeninduktivität M zwischen zwei parallelen Leitern, die über Erde geschlossen sind und deren gegenseitiger Abstand d klein ist im Verhältnis zur Länge l,

$$M = 2\left(\ln\frac{2\,l}{d} - 1\right) \cdot 10^{-4}\,\mathrm{H/km}$$

ist die Einwirkung der Erdrückströme nicht berücksichtigt. Will man dies tun, so erhält man einen kleineren Wert für den Koeffizienten M, als die Formel ergibt. Ministerialrat Brauns vom Reichspostministerium hat vorgeschlagen, den Einfluß der Rückströme dadurch zur Geltung zu bringen, daß man in der Formel anstatt des Subtrahenden 1 den unbestimmten Aus-

Digitized by Google

druck q einführt. q bedeutet eine Zahl, die zwischen 0,5 und 5 liegt und abhängig ist von der Länge des Parallelverlaufes, dem Abstand zwischen den Leitungen und der Beschaffenheit der Erdrückleitung. Genaue Ergebnisse über die Größe der Induktionswirkungen zwischen Schleifen mit Erdrückleitung sind nur durch Messungen zu gewinnen. Solche Messungen sind bereits in großem Maßstab ausgeführt worden, und zwar in Deutschland von einer Kommission des VDE, an deren Untersuchungen auch Mitglieder des Siemenskonzerns teilnahmen. Nachstehende Zahlentafel zeigt z.B. induzierte elektromotorische Kräfte in Freileitungen, die in verschieden großen Abständen vom Bahnkörper einer elektrisierten, mit Strom von $16^2/_3$ Perioden betriebenen Bahnanlage verlegt waren.

Induzierte EMK in Freileitungen.

Eingleisige Bahn, Gleis ohne Schienenverbinder.	
Abstand der Freileitung von Bahnmitte	Induzierte EMK für 100 Akm
8 m	10—11 V
100 m	7,0 V
500 m	3,0 V
1500 m	2,2 V
5000 m	0,5 V

Die induzierte EMK ist für 100 Akm angegeben, d. h. sie bezieht sich auf den Fall, daß das Produkt aus der Länge der Parallelführung l und dem Fahrdrahtstrom gleich 100 Akm ist (z. B. 50 A auf 2 km oder 200 A auf 0,5 km). Aus den Messungen ist zu erkennen, daß die Induktionswirkung nur sehr langsam mit dem Abstand abnimmt. Bei 5 km Abstand ist die EMK immer noch 0,5 V für 100 Akm groß, d. h. bei 30 km Parallelführung und einem Fahrstrom von 200 A würde in der Fernmeldeleitung noch eine EMK von 30 V induziert werden. Die Ursache ist in dem langsamen Abnehmen der Gegeninduktivität mit dem Abstand zu suchen, die, wie die Formel zeigt, mit wachsendem Abstand nur logarithmisch abnimmt.

Nicht immer aber werden die induktiven Einwirkungen so groß, wie in der Zahlentafel angegeben ist. Durch Kompensationswirkungen benachbarter Leitungen können u. U. die induzierten Spannungen wesentlich vermindert werden. Solche benachbarten Leiter sind bei Wechselstrombahnen in der Hauptsache die Schienen der Bahnanlage und, falls die Schwachstromleitungen verkabelt sind, der Mantel dieses Kabels. In welcher Weise bei den Einphasen-Bahnanlagen Schienen und Kabelmantel eine Schutzwirkung ausüben, sei im nachstehenden näher erörtert.

Bei einer Bahnanlage teilt sich am Belastungspunkt, d. h. an der Stelle, wo die Lokomotive fährt, der Strom, der aus dem Fahrdraht kommt, in zwei Teile; der eine fließt in Richtung der Schienen weiter, der andere nach dem Unterwerk, d. h. dem Speisepunkt des Fahrdrahts, zurück, beide allmählich ins Erdreich sickernd. Das Gleis ist hierbei als eine große Erdplatte aufzufassen, die den Übergang des Stromes nach dem Erdreich vermittelt. Längs der Schienenleitung wird also dieser Rückstrom gedämpft, d. h. er wird, vom Belastungspunkt aus betrachtet, immer kleiner und kleiner, bis er schon in geringer Entfernung vom Belastungspunkt praktisch auf Null gesunken ist. Die entsprechenden Verhältnisse liegen am Speisepunkt vor. Die Größe der Dämpfung hängt natürlich von der Beschaffenheit des Gleises und den Bodenverhältnissen ab. Bei gefrorenem Boden wird z. B. der Rückstrom weniger stark gedämpft als bei durchfeuchtetem Boden, da im letzten Falle der Rückstrom leichter ins Erdreich dringen kann als im ersten. Diese Rückströme liefern so gut wie keinen Beitrag zur Induktionswirkung, denn, führen die Schwachstromleitungen über Speise- und Belastungspunkt hinaus, was ja in der Praxis meistens der Fall ist, so heben sich die von den Schienenströmen in den Schwachstromleitungen induzierten Spannungen auf. Der Rückstrom, der in den Schienenleitungen vorwärts läuft, induziert eine EMK, die um 180° in der Phase verschoben ist gegen die, welche von den nach dem Unterwerk rückwärts laufenden Schienenströmen erzeugt wird. Obwohl man nach dem eben Dargestellten annehmen möchte, daß bei einer längeren Strecke in die Mitte der Schienenleitung kein Strom fließt, so wird man trotzdem, wenn man dort einen Strommesser einschaltet, einen Strom feststellen. Dies ist ein vom Fahrdraht induzierter Strom, dessen Stärke über die ganze Schienenleitung konstant ist und der sich über das Erdreich

Digitized by Google

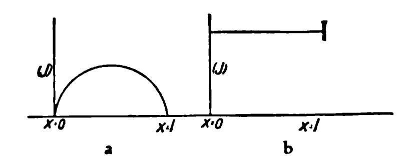


Bild 1. Amplitude des induzierten Stromes
a) bei einer an den Enden isolierten Leitung,
b) bei einer an den Enden widerstandslos geerdeten Leitung.

schließt. Daß es wirklich ein vom Fahrdraht induzierter Strom ist, geht daraus hervor, daß der Strommesser in der Mitte der Schienenleitung keinen Ausschlag zeigt, wenn man Gleichstrom durch den Fahrdraht sendet. Dieser induzierte Strom in den Schienen induziert nun in den Schwachstromleitungen eine EMK, die sich zu der vom Fahrdraht induzierten geometrisch addiert.

Der induzierte Schienenstrom, dessen Vorhandensein erstmalig von der schwedischen Kommission für Schwachstromstörungen ermittelt worden ist[1]), hat an allen Stellen der Schienenleitung nach Betrag und Phase denselben Wert, was Messungen und theoretische Arbeiten bewiesen haben.

Bei den grundlegenden Untersuchungen über die Induktionswirkung einer Wechselstromleitung auf eine parallele Einzelleitung[2]) hat sich allerdings ergeben, daß der induzierte Strom nach Betrag und Phase nur dann konstant ist, wenn die Leitung an den Enden widerstandslos mit der Erde verbunden ist. In einer an den Enden isolierten Leitung fließt ebenfalls ein Strom, der sich über die Kapazität der Leitung nach Erde schließt. Dieser Strom ist aber nicht konstant; er erreicht in der Mitte der Leitung einen Höchstwert, der nach Anfang und Ende hin bis zu Null abfällt.

Aus Bild 1 ist der Verlauf der induzierten Ströme, und zwar nur ihrer Amplitude, in Abhängigkeit vom Ort in einer Einzelleitung ersichtlich.

Ist die Leitung schlecht isoliert, d. h. hat sie große und stetig verteilte Ableitung, so wird der Verlauf des Stromes in der offenen Leitung nicht mehr Bild 1a entsprechen, sondern sich je nach der Höhe der Ableitung mehr oder weniger dem Verlauf des Stromes nach Bild 1b nähern, d. h. abgesehen von den Endpunkten ist der Strom tatsächlich längs der Leitung praktisch konstant. Bei den Schienen, die auf dem Erdboden liegen und infolgedessen sehr hohe und stetig verteilte Ableitung haben, hat der induzierte Strom längs der Schienen einen konstanten Wert, verläuft also ebenso wie der Strom in einer an beiden Enden gut geerdeten Einzelleitung. Der Wert des induzierten Stromes in einer an den Enden gut geerdeten Leitung oder einer Leitung mit sehr hoher Ableitung ergibt sich aus der induzierten Spannung und dem Scheinwiderstand der Schienen nach der Gleichung:

$$\frac{-j\,\omega\,M_s\,J_o}{R_s + j\,\omega\,L_s} = -k \cdot J_o .$$

Um den Einfluß des induzierten Schienenstromes einfach zu erklären, kann man sich den Fahrstrom J_o in zwei Teile zerlegt denken, in einen Teil $k \cdot J_o$ und den Restteil $(1-k)\,J_o$.

Für den ersten Teil sind Fahrdraht und Schienen gewissermaßen eine Doppelleitung, bei der der Fahrdraht die Hinleitung, die Schienen die Rückleitung sind und in der der Strom $k \cdot J_o$ fließt. Die von dieser Doppelleitung in der Schwachstromleitung induzierte EMK ist nur äußerst schwach; sie wird gleich Null, wenn der Abstand der Schwachstromleitung vom Fahrdraht gleich ist dem Abstand der Schwachstromleitung von den Schienen. Induzierend wirkt also nur der Restteil $(1-k)\,J_o$, bei dem die Erde als Rückleitung dient.

Man erkennt, daß man hier ein Mittel an der Hand hat, die induzierte EMK in den Schwachstromleitungen zu verringern, nämlich dadurch, daß man $k \cdot J_o$, also den induzierten Schienenstrom, möglichst groß macht. Wie aus dem Ausdruck für k hervorgeht, kann man dies dadurch erreichen, daß man die Gegeninduktivität M_s groß macht und den Scheinwiderstand $R_s + j\,\omega\,L_s$ des Gleises verringert.

Die Gegeninduktivität zwischen Fahrdraht und Schienen kann man nun dadurch vergrößern, daß man Fahrdraht und Schienen durch Transformatoren (Saugtransformatoren) enger koppelt.

[1]) Untersuchungen über Schwachstromstörungen bei Einphasen-Wechselstrombahnen. Bericht an die Königl. Schwedische Eisenbahndirektion. Ins Deutsche übertragen durch Dipl.-Ing. Franz Kuntze.

[2]) Über die Schutzwirkung des Kabelmantels bei Induktionsbeeinflussung von Schwachstromkabeladern durch Starkstromleitungen. Von Georg Krause und Alfred Zastrow. Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemenskonzern, II. Band, 1922.



Es gelingt durch diese Maßnahme, den Schienenstrom wesentlich zu verstärken, insbesondere dann, wenn man möglichst viele Transformatoren verwendet und das Gleis noch zur Verringerung des Widerstandes mit Schienenverbindern ausgerüstet ist. Auch die Phase des Schienenstromes wird günstiger, d.h. die Nacheilung des Schienenstromes gegen den Fahrstrom wird mehr nach 180° gedreht, so daß der Schienenstrom annähernd entgegengesetzt dem Fahrstrom gerichtet ist. Solche Transformatoren hat man im Ausland, insbesondere in Norwegen, vielfach verwendet. So ist die Bahn zwischen Kristiania und Drammen zum Schutze der Schwachstromleitung mit Gleistransformatoren ausgerüstet. Die Transformatoren sind im Abstande von 1,5 km eingeschaltet. Sie sind für eine Dauerleistung von 12,5 kVA und 2400 A Höchststrom hergestellt. Längs der Strecke sind sie in besonderen Holzhäusern untergebracht. Zum Einschalten der Sekundärwicklung in die Schiene sind zwei hintereinander liegende Schienenstöße isoliert, wobei man das isolierte Schienenstück, um hohe Spannungen zu vermeiden, an die Mitte der Wicklung anschließt. Der induzierte Strom in den Schienen beträgt hierbei etwa 96 v.H. vom Fahrstrom bei einem Phasenunterschied von annähernd 180°. Demzufolge sind auch die Einwirkungen auf die Schwachstromleitungen gering: parallel zum Bahnkörper geführte Leitungen erhalten bei etwa 70 m Abstand eine induzierte EMK von nur 0,4 V, bei etwa 320 m von nur 0,05 V für 100 Akm. Nur die im Bahnkörper führenden Kabeladern erhalten noch verhältnismäßig hohe elektromotorische Kräfte, nämlich 1,6 V für 100 Akm, was darauf zurückzuführen ist, daß das im Erdboden liegende Kabel ungleichen Abstand vom Fahrdraht und den Schienen hat. Es liegt in größter Nähe der Schienen, wird also hauptsächlich von den Schienenströmen induziert. Schwächt man den Schienenstrom durch Ausschalten einiger Gleistransformatoren, so verringert man zwar die in den Kabeladern induzierte EMK, vergrößert aber gleichzeitig die in den weiter entfernt vom Bahnkörper geführten Leitungen.

Noch günstigere Verhältnisse erhält man, wenn man eine besondere Leitung verwendet, die durch Transformatoren mit dem Fahrdraht gekoppelt ist und außerdem mit den Schienen in Verbindung steht. Ist die Leitung in der Nähe des Fahrdrahtes geführt, so wird die induzierte Wirkung dieser Schleife infolge ihrer geringen Schleifenbreite nur klein sein, so daß parallel verlaufende Schwachstromleitungen nur sehr geringe Einwirkungen erfahren. Diese Anordnung ist hauptsächlich in Schweden angewendet worden. Schwachstromleitungen in einem Abstande von etwa 50 m vom Bahnkörper erhalten hierbei nur eine induzierte EMK von etwa 0,02 V für 100 Akm.

Verbesserungen sind nun auch schon dadurch zu erreichen, daß man den Widerstand des Gleises verringert. Eingehende Messungen haben gezeigt, daß der Hauptwiderstand des Gleises in den Stoßstellen zu suchen ist. Der Stoßstellen-Widerstand ist außerordentlich veränderlich und stark von der Stromstärke abhängig, und zwar wird er mit wachsender Stromstärke geringer. Eine Möglichkeit, den hohen und veränderlichen Widerstand der Stoßstellen zu umgehen, besteht darin, daß man Schienenverbinder verwendet, d. h. daß man die Stoßstellen der Schienen durch Metallbügel überbrückt.

Induzierte EMK in Freileitungen.

Abstand der Freileitung vom Fahrdraht: 8 m

Fahrstrom	Schienenstrom		Induzierte EMK	
	in v. H. vom Fahrstrom	Phase	für 100 Akm	Phase
ohne Schienenverbinder				
60 A	4,4 v. H.	113°00′	10,6 V	115°10′
100 A	5,4 v. H.	114°30′	10,2 V	115°10′
140 A	5,0 v. H.	116°50′	10,1 V	116°00′
160 A	6,1 v. H.	116°20′	9,1 V	116°00′
mit Schienenverbindern				
60 A	48 v. H.	171°20′	6,6 V	126°20′
100 A	47 v. H.	170°50′	6,3 V	127°15′
140 A	46,7 v. H.	170°50′	6,3 V	126°40′
160 A	45,7 v. H.	169°20′	6,3 V	126°50′

Aus vorstehender Zahlentafel ist zu ersehen, wie sich die induzierte EMK in einer parallel der Bahn geführten Freileitung nach Anbringen von Schienenverbindern vermindert. Ohne Schienenverbinder war die induzierte EMK in der Freileitung 10 bis 11 V für 100 Akm. Das Gleis der Strecke war hierbei außerordentlich schlecht, so daß der Schienenstrom nur 5 v. H. vom Fahrstrom betrug bei einer Nach-

Digitized by Google

eilung gegen den Fahrstrom von etwa 115°. Die Nacheilung des Schienenstromes gegen die in den Schienen induzierte EMK beträgt also 115° — 90° = 25°. Bei 35 km langem Parallelverlauf, das ist ungefähr die Länge eines Unterwerkabschnittes, und 100 A Fahrstrom würde die induzierte EMK also $\frac{100 \cdot 35 \cdot 11}{100} = 385$ V betragen. Auch aus der Phase der induzierten EMK, d. h. der Nacheilung der induzierten EMK gegen den Fahrstrom, ersieht man die Wirkung des Schienenstromes. Wäre diese nicht vorhanden, so müßte die Phase 90° betragen. Hat die Anlage Schienenverbinder, so wird durch den stärkeren Schienenstrom die induzierte EMK bis auf 6 bis 7 V für 100 Akm vermindert. Der Schienenstrom betrug hierbei 45 v. H. vom Fahrstrom, der Phasenwinkel stieg bis auf 170°.

Aus der Zahlentafel ersieht man weiter, wie der Übergangswiderstand der Schienen-Stoßstellen mit wachsender Stromstärke kleiner wird; während bei 60 A Fahrstrom der Schienenstrom nur 4,4 v. H. des Fahrstromes ist, beträgt er bei 160 A 6,1 v. H.

Bei Bahnen mit Doppelgleis erhält man im allgemeinen etwas geringere induzierte Spannungen in den Schwachstromleitungen als bei eingleisigen, da infolge der vier Schienenzweige der Gesamtwiderstand der Gleise geringer ist, was ein Anwachsen von $k \cdot J_0$ zur Folge hat.

Über die Größe der induzierenden Akm ist folgendes zu sagen: Die Speisung des Fahrdrahtes geschieht durch die Unterwerke, die mit dem Kraftwerk durch Speiseleitungen verbunden sind. Jedes Unterwerk hat mindestens zwei Transformatoren, an welche die nach links und rechts abgehenden Fahrdrähte angeschlossen sind. Der Fahrdraht ist in der Mitte zwischen zwei Unterwerken getrennt. Jedes Unterwerk oder jeder Unterwerkstransformator speist also bis zu der zwischen zwei Unterwerken liegenden Mitte, also nur, da die Unterwerke etwa in Abständen von 60 bis 70 km gesetzt sind, über eine Strecke von 30 bis 35 km. Die Gesamtinduktion in der Schwachstromleitung ist für den Betriebsfall von der Summe aller induzierenden Fahrstromschleifen abhängig. Liegen die Fahrdrahtbelastungen in einer Richtung an den Enden der gespeisten Strecken, so fließt auf der Hälfte der ganzen Bahnstrecke der Fahrstrom im gleichen Sinn. In diesem Falle würden sich die Induktionswirkungen addieren. Liegen umgekehrt die Belastungen auf beiden Seiten der Unterwerke, und zwar ebenfalls an den Enden der Abschnitte, so führen beide Hälften entgegengesetzt gerichtete Ströme. Dann würden sich die Induktionswirkungen subtrahieren. Dem wirklichen Betriebsfalle kommt man nahe, wenn man einen Mittelwert annimmt und mit der Hälfte des mittleren Fahrdrahtstromes rechnet, der einseitig auf der Hälfte der ganzen Bahnlinie fließt. Danach hätte man also z. B. bei einer Bahnlinie von 280 km Länge, die mit vier Unterwerken versehen ist und bei welcher der mittlere Fahrstrom 100 A beträgt, mit 140 · 50 = 7000 induzierenden Akm zu rechnen. Bei Kurzschluß ist wohl nur mit der Länge eines Fahrleitungsabschnittes zu rechnen, denn es ist nicht anzunehmen, daß in einem und demselben Augenblick auf allen Fahrleitungsabschnitten ein Kurzschluß eintritt. (Schluß folgt.)

Die Bestimmung des Leiterquerschnittes in Schaltanlagen

Von Waltjen, Oberingenieur in der Abteilung Zentralen der SSW.

Wie bei sämtlichen Leitungsberechnungen gibt es auch für Leitungen innerhalb von Schaltanlagen drei Berechnungsarten[1]):

A) die auf Billigkeit,
B) die auf Wirtschaftlichkeit,
C) die auf Spannungsabfall.

Die erstere ist innerhalb von Schaltanlagen die allgemein übliche. Die zweite kann nur bei hohen Stromkosten, großen Stromstärken, langer Benutzungsdauer und relativ langen Verbindungsleitungen Bedeutung erlangen. Die dritte Art befaßt sich ausschließlich mit der Nachprüfung des induktiven Spannungsabfalles in längeren Wechselstromleitungen.

A. Berechnung auf Billigkeit.

Einen Leitungsquerschnitt auf Billigkeit berechnen, heißt den Querschnitt ermitteln, der

[1]) Diese Berechnungen gelten nur für die Serien O—V, für höhere Serien wird zur Vermeidung von Strahlung und zwecks Ersparnis an Isolier- und Befestigungsmaterial als Leitungsmaterial Rohr verwandt.

Digitized by Google

bei gegebenen Betriebsverhältnissen der billigste ist. Bei Schaltanlagen ist die Betriebssicherheit die wichtigste aller Forderungen. Sie findet für Leitungen ihren Ausdruck in den Vorschriften des VDE für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromleitungen. § 20 lautet: „Leitungen sind so zu bemessen, daß sie bei den vorliegenden Betriebsverhältnissen genügende mechanische Festigkeit haben und keine unzulässigen Erwärmungen annehmen können." Dem ersten Teil dieser Vorschrift wird durch geeignete Abstützung der Leitungen genügt; auf Grund der zweiten Forderung sind die bekannten Kupferbelastungstafeln entstanden, welche die Dauerbelastung von Kupfer für die verschiedenen Querschnitte bei einer höchsten Übertemperatur von 30° C angeben.

Die Temperaturzunahme einer Leitung bei gegebener Stromstärke ist abhängig:

1. von der Stromdichte, denn die Wärmeerzeugung $J^2 \cdot R$ wächst bei konstantem Strom mit der Stromdichte „j":

$$J^2 \cdot R = \frac{J \cdot l}{57} j.$$

Es bedeutet:

J = Stromstärke in A,
R = Ohmscher Widerstand,
l = Länge der Leitung in m,
j = Stromdichte in A/mm²;

2. von der Beschaffenheit der Oberfläche. Diese ist unveränderlich, da das Kupfer gezogen und mit einem Farbanstrich versehen wird;
3. von der Größe der Oberfläche;
4. von der Wärmeleitfähigkeit des umgebenden Mediums (im allgemeinen Luft). Wasserkühlung der Leitung findet nur noch bei Ofenleitungen (Stromstärken um 25000 A und darüber), wo die Elektrode auch gekühlt werden muß, Anwendung.

Da mit der Querschnittsverringerung die Stromdichte und mit ihr die Erwärmung des Leiters wächst, so läßt sich der billigste Querschnitt, das ist der Querschnitt der größten Stromdichte, nur durch die geeignete Auswahl eines Querschnittes von möglichst großer Oberfläche finden. Zu diesem Ziel führen zwei Wege:

1. Der Querschnitt ist auf ein möglichst dünnes Flachprofil auszuwalzen. Die Grenzen sind durch die mechanische Festigkeit gezogen: so ist z. B. ein Querschnitt von 1000 mm² als Blechstreifen von 1 m Breite und 1 mm Dicke für Schaltanlagen unbrauchbar.
2. Der Querschnitt ist auf mehrere Flachprofile von genügender Festigkeit zu unterteilen, z. B. ein Querschnitt von 1000 mm² in vier Schienen von je 50×5.

Beide Wege werden in der Praxis beschritten.

Aus nachstehender Kupferbelastungstafel ist ersichtlich, daß mit abnehmender Dicke bei gleichbleibender Breite, die für 30° C Übertemperatur zulässige Stromdichte wächst, sie ist z. B.

für Flachkupfer 50×8 mm = 1,81 A/mm²
„ „ 50×6 „ = 2,07 „
„ „ 50×5 „ = 2,24 „

Desgleichen wächst die für 30° C Übertemperatur zulässige Stromdichte bei Unterteilung des Querschnittes; sie ist z. B. bei 800 mm²

für Flachkupfer 80×10 mm = 1,57 A/mm²
„ „ 2×50×8 „ = 1,69 „
„ „ 5×40×4 „ = 2,31 „

Tafel I s. nächste Seite.

Des weiteren geht aus der Tafel hervor, daß Kupfer über 14 mm ⌀ sowie die Querschnitte 20×8, 30×8, 40×8 und 50×8 mm teuer sind, da hierfür kleinere bzw. höher belastbare Querschnitte zur Verfügung stehen. Statt ihrer sind besser folgende Querschnitte zu verwenden: z. B.

An Stelle	Q	j	J	Gewählt	Q	j	J
16 mm Durchm.	201	2,09	420	40×4	160	2,66	425
20 mm Durchm.	314	1,75	550	50×5	250	2,24	560
20×8	160	2,18	350	40×4	160	2,66	425
40×8	320	1,85	590	50×6	300	2,07	620
50×8	400	1,81	725	60×6	360	2,04	735

In der Praxis wird umgekehrt verfahren, da hier die Stromstärken gegeben sind.

Soll eine Leitung z. B. 1300 A führen, so stehen hierfür zur Verfügung:

Flachkupfer
„ 100×10 mm m. d. Gew. 9,00 kg/lfdm
„ 2× 60× 6 „ „ „ „ 6,48 „
„ 2× 50× 8 „ „ „ „ 7,20 „
„ 3× 50× 5 „ „ „ „ 6,75 „
„ 4× 40× 4 „ „ „ „ 5,76 „

Je nach der konstruktiven Zweckmäßigkeit wird also 2×60×6 oder 4×40×4 gewählt

Digitized by Google

Tafel I.
Dauerbelastung in Ampere von Flachkupfer für eine höchste Übertemperatur von 30° C.

Nr.	Flachkupfer	Gew. pro Meter kg	Querschnitt mm²	1 Schiene Gleichstrom A	Stromdichte*)	1 Schiene Wechselstrom A	Stromdichte*)	2 Schienen Gleichstrom A	2 Schienen Wechselstrom A	3 Schienen Gleichstrom A	3 Schienen Wechselstrom A	4 Schienen Gleichstrom A	4 Schienen Wechselstrom A
1	15×3	0,41	45	145	3,22	143	3,18	255	250	400	385	520	490
2	20×3	0,54	60	200	3,33	198	3,30	335	325	540	520	720	685
3	20×8	1,44	160	350	2,18	346	2,16	640	625	945	910	1280	1215
4	25×3	0,68	75	250	3,33	245	3,26	440	430	670	645	900	855
5	30×8	2,16	240	470	1,16	465	1,94	900	880	1280	1235	1700	1615
6	40×4	1,44	160	425	2,66	420	2,63	800	780	1150	1110	1540	1460
7	40×8	2,88	320	590	1,85	585	1,83	1130	1100	1620	1560	2140	2035
8	50×5	2,25	250	560	2,24	550	2,20	1070	1050	1530	1475	2000	1900
9	50×6	2,70	300	620	2,07	610	2,03	1170	1145	1685	1620	2200	2090
10	50×8	3,60	400	725	1,81	715	1,79	1350	1320	1970	1900	2600	2470
11	60×6	3,24	360	735	2,04	725	2,01	1370	1340	2000	1930	2640	2500
12	60×8	4,32	480	860	1,79	850	1,77	1570	1535	2300	2220	3000	2850
13	60×10	5,40	600	970	1,62	960	1,60	1770	1730	2640	2540	3450	3270
14	80×10	7,20	800	1260	1,57	1245	1,56	2300	2250	3420	3300	4450	4230
15	100×10	9,00	1000	1550	1,55	1535	1,53	2850	2790	4150	4000	5450	5175

*) Stromdichte in A/mm².

Dauerbelastung in Ampere von Rundkupfer.

Durchmesser in mm		5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
Querschnitt in mm²		19,6	28,3	38,5	50,2	78,5	113	154	201	254	314
Gewicht je Meter in kg		0,17	0,254	0,346	0,453	0,706	1,018	1,387	1,81	2,29	2,82
Gleichstrom	A	75	90	110	125	250	300	360	420	480	550
	Stromdichte*)	3,83	3,18	2,86	2,48	3,18	2,65	2,34	2,09	1,89	1,75
Wechselstrom	A	75	90	110	125	245	290	350	400	460	530
	Stromdichte*)	3,83	3,18	2,86	2,48	3,12	2,56	2,27	1,99	1,81	1,68

*) Stromdichte in A/mm².

Die Werte für Wechselstrom gelten für Frequenz = 50 und 400 m² lichte Schleifenweite. Für 200 m² lichte Schleifenweite wird die Übertemperatur um etwa 8° C höher.

werden, die gegenüber dem Querschnitt von 100×10 mm 2,52 bzw. 3,24 kg/lfdm leichter sind.

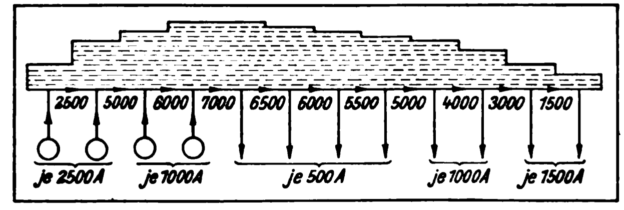


Bild 1. Größte Stromkreise an den Enden, ganz falsch.

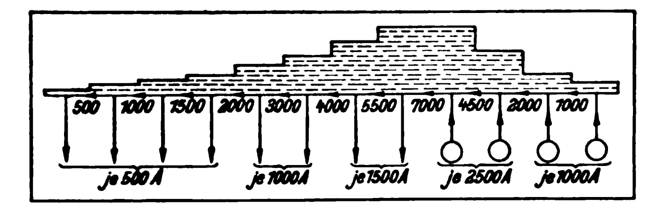


Bild 2. Generatoren an einem Ende, ungünstig.

Eine besondere Überlegung erfordert die Festlegung der Sammelschienenquerschnitte. Durch günstige Anordnung der Stromkreise läßt sich viel Kupfer sparen, jedoch sind einzelne Stromkreise oft örtlich, oder aber ihrer Reihenfolge nach örtlich, festgelegt, z. B. Generatoren, Transformatoren, Freileitungen. Am ungünstigsten ist die Stromverteilung, wenn die Zuleitungen an dem einen Sammelschienenende, die Ableitungen am anderen Sammelschienenende liegen (Bild 1 und 2) und ganz besonders ungünstig, wenn die stärksten Stromkreise an den Sammelschienenenden liegen. Die Anordnung in Bild 1 ist daher ungünstiger als in Bild 2, wie ohne weiteres aus den Bildern hervorgeht, in denen als Ordinaten die Stromstärken für die einzelnen Sammelschienenabschnitte aufgetragen sind. Würde für je 500 A eine Schiene verlegt werden, so gibt die Anzahl der über der Abszisse liegenden Linien (z. T. gestrichelt) die Anzahl der erforderlichen Schienen an. Bild 3 zeigt die Generatorenstromkreise in der Mitte angeordnet und die Verteilung gleichwertig zu beiden Seiten.

Digitized by Google

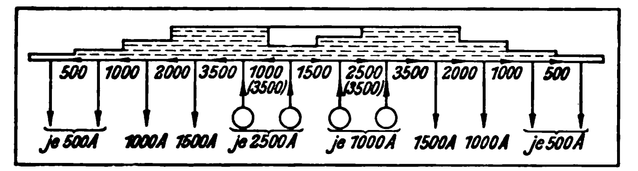


Bild 3. Generatoren in der Mitte, gute Anordnung.

Die günstigste Anordnung gibt Bild 4 und falls die Generatorenstromkreise nach dem günstigsten Kupferschaltbild angeschlossen würden, Bild 5. Der Vergleich von Bild 4 mit Bild 3 ist besonders lehrreich; er zeigt, daß die Generatoren so weit von der Mitte hinweg gerückt werden müssen, wie es die geringste Belastung der Sammelschienen zuläßt. So muß z. B. der eine der 1000 A Generatoren so weit an das Ende der Sammelschienen rücken, bis die Abzweigbelastung der Sammelschienen 1000 A ist, denn jeder weitere Abzweig würde diesen Sammelschienenabschnitt stärker als mit 1000 A belasten.

Es lassen sich also für die günstigste Verteilung der Stromkreise folgende zwei Sätze aufstellen:

1. Die Ströme der größten Stromkreise sollen möglichst gleichmäßig nach beiden Seiten zu- bzw. abfließen können.
2. Gleichstarke Zu- und Ableitungen sind möglichst nebeneinander anzuordnen.

Bild 3, 4 und 5 zeigen zwei ausgezogene Umgrenzungen. Die untere gilt für den Fall, daß alle Generatoren in Betrieb sind; die obere, daß der eine oder der andere Generator ausfällt. Diese stellt also den denkbar ungünstigsten Betriebsfall dar, ebenso wie die eingeklammerten Stromstärken. Bei der kleinen Anzahl Generatoren des Beispiels kann natürlich dieser ungünstigste Betriebsfall eintreten, und deshalb muß die Sammelschienenstärke diesem Fall entsprechen.

Wie würde sich nun das Sammelschienenschaltbild gestalten, falls Summenzählung der Erzeugung verlangt würde? Für Bild 1 und Bild 2

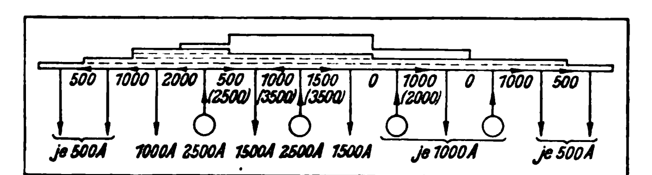


Bild 4. Günstigste Anordnung der Stromkreise bei gegebener Reihenfolge der Generatoren.

gilt das bereits Gesagte, obgleich Bild 2 eine typische Anordnung für die Summenzählung ist und wegen ihrer Einfachheit bei kleinen Stromstärken häufig Anwendung findet. Bei großen Stromstärken kann oft Kupfer gespart werden, indem die Sammelschienen für Generatoren und die für Abzweige nur elektrisch voneinander getrennt werden, jedoch räumlich in einem Pakete zusammenliegen. Bild 6 stellt das Kupferschaltbild für diese Anordnung dar. In der Anordnung der Stromkreise wird von den Generatoren ausgegangen, deren Reihenfolge örtlich festliegen soll. Nach Satz 1 wird der Stromwandler angeschlossen und ebenso die Abzweige an die Verteilungsschienen. Da hier nach den Seiten 3500 A abfließen und diese Schienen stärker als die entsprechenden Generatorschienen für 2000 A sind, so muß zwischen den Generatoren von 2500 A und von 1000 A noch ein Abzweig für 1500 A liegen. Nun ist nämlich der nächste Sammelschienenabschnitt, in dem der Generator liegt, nur für 2000+2000 = 4000 A zu bemessen gegenüber 3500+1000 = 4500 A im anderen Falle. In diesem Sinne wird jeder Sammelschienenabschnitt bestimmt.

Besonders vorteilhaft für das Kupferschaltbild ist zuweilen die Verwendung von zwei Stromwandlern[1]), wie Bild 7 zeigt. Auf jeden Fall muß hier noch nachgeprüft werden, ob die Mehrkosten des zweiten Satzes Stromwandler durch die Kupferersparnis gedeckt werden.

Bei umfangreichen Schaltanlagen ist meist die Summe aller Abzweigströme größer als die tatsächliche Höchstbelastung, da nicht alle Abzweige gleichzeitig voll belastet sind. Die Sammelschienenmitte braucht dann nicht für die errechneten Abzweigströme bemessen zu sein, sondern für einen Strom, der sich aus der gleichmäßigen Verteilung der Höchstbelastung auf sämtliche Abzweige ergibt, und zu dem ein Sicherheitsaufschlag für ungleiche Belastung der Sammelschienenhälften gemacht wird. Dieser Sicherheits-

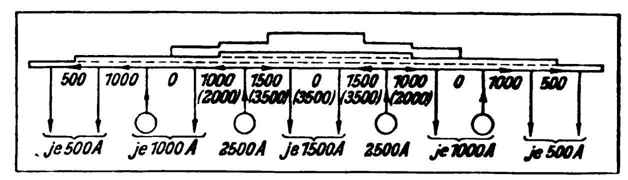


Bild 5. Günstigste Anordnung der Stromkreise in bezug auf Kupferverbrauch.

[1]) Die Stromwandler sind für eine Übersetzung auf 2,5 A zu bestellen, damit bei Parallelschaltung ihrer Sekundärwickelungen normale Meßinstrumente für 5 A verwendet werden können.

Digitized by Google

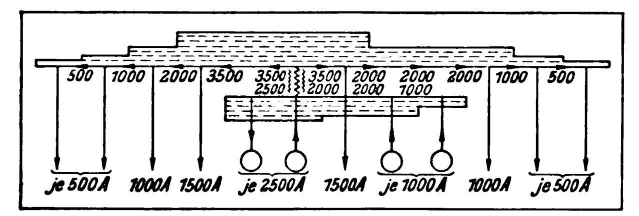


Bild 6. Anordnung der Stromkreise bei Summenzählung durch 1 Satz Stromwandler.

zuschlag wird nach den Sammelschienenenden hin erhöht, so daß hier das Kupfer für die voll errechnete Nennstromstärke zu errechnen ist, da mit der Möglichkeit der gleichzeitigen Vollbelastung der letzten Abzweige gerechnet werden muß.

B. Die Berechnung auf Wirtschaftlichkeit.

In der Nachkriegszeit sind einerseits die Gestehungskosten der kWh und andererseits die in der chemischen Industrie gebräuchlichen Stromstärken derart gewachsen, daß die Untersuchung langer blanker Verbindungsleitungen, z. B. vom Generator über die Schaltanlage zum Bad, auf ihren wirtschaftlichen Querschnitt Berechtigung erhält.

Eine Leitung auf wirtschaftlichen Querschnitt berechnen, heißt den Querschnitt ermitteln, bei dem die Gesamtjahresunkosten für die Leitung am kleinsten werden.

Die Gesamtjahresunkosten „Gw" des wirtschaftlichen Querschnittes „Qw" setzen sich zusammen aus den Kosten der Wärmeverluste in der Leitung und der Tilgungsrate für das Kupfer. Das Isolier- und Befestigungsmaterial und überhaupt die gesamte Schaltanlage braucht nicht berücksichtigt zu werden, da diese Teile auch bei dem billigsten Querschnitt erforderlich sind. Sie stellen daher eine Konstante dar, die bei der Formel (2), die durch Differenzierung der Formel (1) entsteht, herausfallen würde.

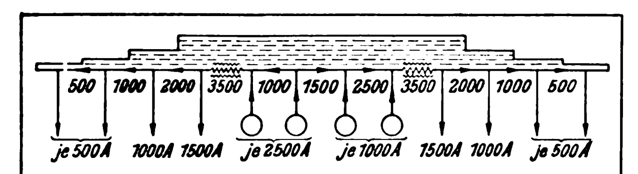


Bild 7. Anordnung der Stromkreise bei Summenzählung durch 2 Satz Stromwandler.

Es betragen also die Jahresunkosten:

$$(1) \quad G_w = \frac{(J \cdot C)^2}{1000} \cdot \frac{1}{q_w \, 57} \cdot K + l \cdot \frac{S}{1000} \cdot q_w \cdot (P+M) \cdot p \cdot r.$$

Es bedeuten:

J = Höchstbelastung in A,

C = Faktor der durchschnittlichen Jahresbelastung = $\dfrac{\text{Zeit d. vollen Leitungsverluste}}{\text{gesamt Betriebszeit.}}$

K = Kosten des kW-Jahres in M = Kosten der kWh × Betriebsstunden.

l = Länge der Leitung in m.

q_w = wirtschaftlicher Querschnitt in mm².

S = spezifisches Gewicht des Leitungsmaterials.

P = Preisdifferenz von Neu- und Altmaterial der Leitungen in M/kg.

M = Montagekosten der Leitungen in M/kg.

p = Prozentsatz der Amortisation.

$r = \dfrac{\text{Gesamtlänge aller Leitungen}}{\text{Gesamtlänge der im Betrieb befindlichen Leitungen.}}$

Durch Auswertung des Differentialquotienten

$$\frac{d\,(G_w)}{d\,(q_w)}$$

ergibt sich Formel (2):

$$(2) \quad \frac{(J \cdot C)^2}{1000} \, \frac{1}{q_w \, 57} \, K = l \cdot \frac{S}{1000} \cdot q_w \, (P+M) \cdot p \cdot r.$$

Das heißt: Die Gesamtjahresunkosten einer Leitung werden ein Minimum, wenn die Kosten des Wärmeverlustes gleich der Tilgungsquote für das Leitungsmaterial sind. Die wirtschaftliche Stromdichte „j_w" wird dann:

$$(3) \qquad j_w = \frac{J}{q_w} = \frac{1}{C} \sqrt{S \cdot 57 \, \frac{P+M}{K} \, p \cdot r.}$$

Die wirtschaftliche Stromdichte ist also proportional der Wurzel aus der Tilgungsquote für 1 kg Leitungsmaterial und umgekehrt proportional der Wurzel aus den Gestehungskosten für 1 kW-Jahr.

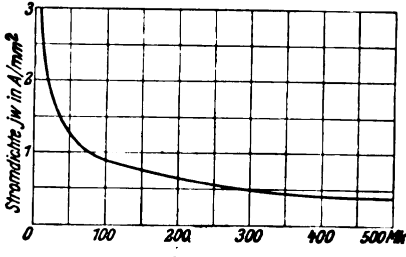


Bild 8. Kosten des kW-Jahres in Mark.

Bei einer Preisdifferenz von 0,90 M zwischen 1 kg Neu- und Altkupfer, 1,60 M Montagekosten für 1 kg Kupfer und sechsprozentiger Amortisation

Digitized by Google

ergibt sich die wirtschaftliche Stromdichte unter Vernachlässigung von C und r zu:

$$j_w = \sqrt{9 \cdot 57 \, \frac{0{,}90 + 1{,}60}{K} \cdot 0{,}06} = \sqrt{\frac{77}{K}} .$$

Bild 8 zeigt die Auswertung dieser Formel: j_w in Abhängigkeit von K. Während also für Stromstärken über 1000 A die billigste Stromdichte 2 bis 1,3 A/mm² ist, ergibt sich schon für K = 100 eine wirtschaftliche Stromdichte von nur 0,88 A/mm².

(Schluß folgt.)

Wasserkraftanlage der Compañia Hídroelectrica del Río de la Alameda S. A., Mexico

Von Oberingenieur Arno Tracinski, Nürnberg.

(Schluß.)

VII. Die Transformatoren.

Im Kraftwerk sind sechs wassergekühlte Einphasen-Transformatoren aufgestellt, zu zwei Drehstromsystemen von je 6000 kVA Leistung zusammengestellt (Bild 18), wobei Δ/Δ-Schaltung

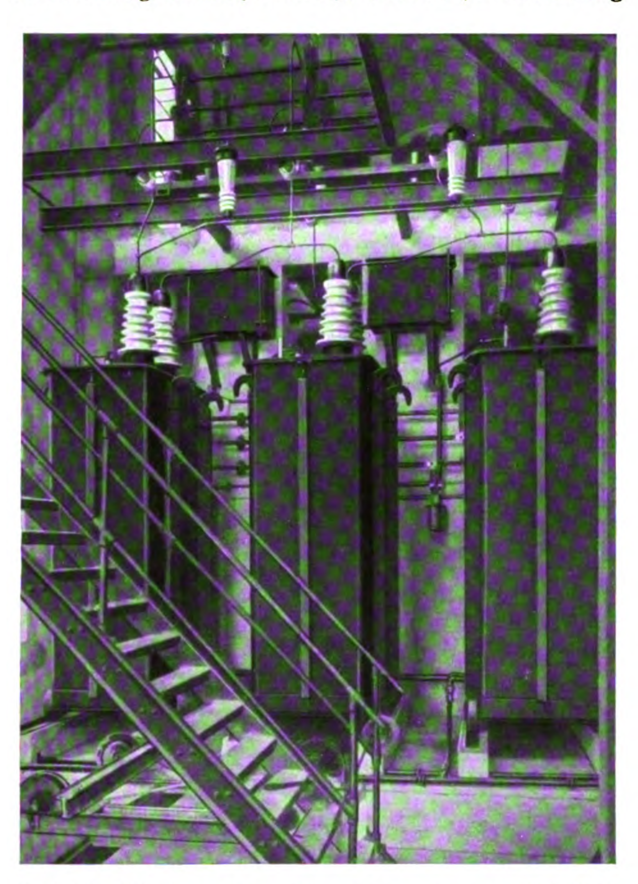


Bild 18. Einphasen-Transformatorensatz von 6000 kVA Drehstromleistung, mit Ölkonservatoren.

gewählt wurde, damit bei einem etwaigen Schaden in einem Transformator nach dessen Abschaltung sofort mit der sogenannten V-Schaltung weiter gearbeitet werden kann. Jeder Transformator ist nach folgenden Angaben gebaut:

- Leistung: 2000 kVA bei 50 Per.
- Übersetzung: 6000 bis 61 500 V leer, wobei Spannungserhöhung um 15 v. H. dauernd erlaubt ist.
- Wirkungsgrad: bei Vollast und $\cos \varphi = 1$ 98,25 v. H.
- Kurzschlußspannung: 3,2 v. H.
- Wasserbedarf: 2,4 m³/h.

Die Transformatoren, die wegen der Transportverhältnisse völlig demontiert zum Versand kamen und daher an Ort und Stelle zusammengebaut wurden, sind solche der Manteltype (Bild 19).

Die zu einer Scheibenwicklung zusammengestellten Spulen bestehen aus Flachkupferwindungen, und haben nur eine Windung je Lage. Die Windungen selbst sind mit Papierisolation versehen, die an den Enden der Wicklung gegen eindringende Überspannungen besonders verstärkt ist. Mit Hilfe von reichlich bemessenen Kühlkanälen, welche die vollen Breitseiten der Spulen einnehmen, und die in der Richtung des natürlichen, durch die Erwärmung des Öles entstehenden



Bild 19. 2000 kVA-Transformator 60000/6000 V, fertig zusammengebaut ohne Leitungsführung und Klemmen.

Digitized by Google

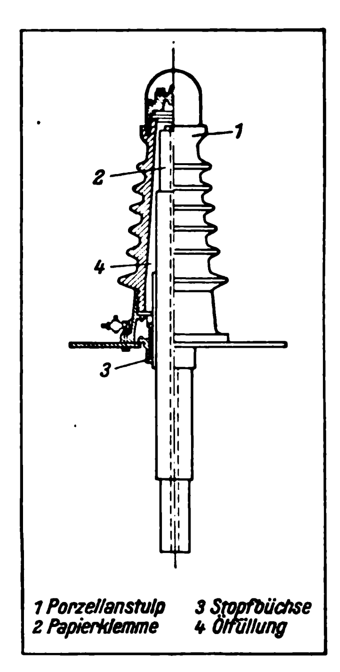


Bild 20. 60000 V-Ausführungsklemme des Transformators.

Ölumlaufs liegen, ist eine einwandfreie Kühlung gewährleistet und die Bildung örtlich begrenzter Übertemperaturen ausgeschlossen. Die Spulenzahl ist sehr gering; in der Unterspannung sind vier, in der Oberspannung nur acht Spulen vorhanden, was einen sehr einfachen Wicklungsaufbau ergibt. Passend angeordnete Hölzer und Preßspäne fassen die einzelnen Spulen zusammen, so daß jedes Spulenpaket eine elektrisch und mechanisch sehr stabile Konstruktionseinheit darstellt. Der aktive Eisenkörper ist aus einzelnen Eisenpaketen zusammengesetzt, die stumpf aneinander gestoßen sind, und die durch eine äußerst kräftige, überall nachstellbare Verspannung zusammengehalten werden. Entsprechend den seit Jahrzehnten im Transformatorenbau der SSW maßgebenden Gesichtspunkten ist ganz besonderer Wert auf eine mechanische Versteifung der Spulenköpfe, sowie auch der zu den Ausführungsklemmen laufenden Ableitungen gelegt worden.

Um Verschlammung und Feuchtigkeitsaufnahme des Öles zu vermeiden, sind die Transformatoren mit Ölkonservatoren ausgerüstet, was heute, nachdem die SSW hierin vorangegangen sind, immer allgemeiner zur Anwendung gelangt.

Die Durchführungen durch den Deckel (Bild 20) bestehen aus Papierrohren, die über eine Messinghülse gewickelt und über dem Deckel mit einem kräftigen Porzellanstulp versehen sind. An der Spitze trägt dieser Porzellankörper eine Metallkugel, die u. a. die Anschlußverschraubung für die zu den Sammelschienen abgehende Leitung einschließt. Der Porzellankörper selbst ist mit Öl gefüllt, das vom etwas höher angeordneten Ölkonservator her unter Druck steht. Der eigentliche Träger der Spannung, d. h. das Papierrohr, wird durch diese Anordnung von der Feuchtigkeit der Luft und anderen Einflüssen völlig unabhängig, so daß Durchschläge oder Beschädigungen, die die Klemme unbrauchbar machen und meist auch Wicklungsschäden einleiten, praktisch kaum mehr vorkommen.

Zur Abführung der erzeugten Wärme ist im allseitig versteiften und fahrbaren Ölkessel eine Hartbleischlange oberhalb der Wicklung angeordnet, durch die das Kühlwasser gedrückt wird. Diese Schlange enthält innerhalb des Ölkessels keine Löt- oder sonstigen Verbindungsstellen. Da das Hartblei einem Prüfdruck von 20 at widersteht und außerdem allen chemischen Einflüssen des Kühlwassers gegenüber unempfindlich ist, ist es allen anderen Baustoffen wegen seiner unbedingten Betriebssicherheit weit vorzuziehen.

Das Wasser für die Kühlung wird über ein Reduktionsventil unmittelbar aus der Hochdruckleitung entnommen, kann aber auch aus einem Hochbehälter bezogen werden, der durch Pumpen aus dem sehr reinen Flußwasser gespeist wird.

Die Anlieferung der Transformatoren in völlig zerlegtem Zustande bedingte nach dem Zusammenbau eine Trocknung des Öles und der hygroskopischen Isolationsstoffe auf der Baustelle, zu welchem Zweck die SSW eine Dampfölkochvorrichtung mitgeliefert hatten (Bild 21). Diese Einrichtung besteht in der Hauptsache aus einem kleinen Dampfkessel nebst dazugehörigem Dampfzylinder, welch letzterer eine Öl- und eine Luftpumpe direkt antreibt.

Der Trockenprozeß spielt sich in folgender Weise ab.

Nachdem der eigentliche Transformator in seinem Kessel eingebaut, dieser dann mit Öl gefüllt und luftdicht verschlossen ist, wird der Kessel durch (biegsame) Rohrleitungen mit der Ölpumpe und einer Heizschlange verbunden, die im Innern des Dampfkessels angeordnet ist. Das Öl wird darauf bei der Zirkulation: Pumpe—Heizschlange im Dampfkessel—Transformatorenkessel—Pumpe erhitzt. Gleichzeitig wird durch die Luftpumpe der Kessel unter einem bestimmten Vakuum gehalten, wobei einerseits der nötige Luftabschluß bei der Ölerhitzung hergestellt wird, und andererseits die sich entwickelnden Wasserdämpfe abgesaugt werden. In einem kleinen Kondensationsgefäß werden diese Dämpfe dann niedergeschlagen und können nach einfacher Messung abgelassen werden. Auf diese Weise

Digitized by Google

ist mit geringen Unkosten eine vollkommene und schnelle Trocknung des Öles und der Isolationsstoffe bequem durchführbar.

Die Konstruktion der Anordnung bietet ferner den Vorteil, daß eine zu starke örtliche Erhitzung des Öles, wie sie bei der elektrischen Trocknung im Kurzschluß oder zuweilen auch bei Trocknung mit elektrischen Widerständen mangelhafter Anordnung und Konstruktion usw. häufig vorkommt, völlig ausgeschlossen ist.

Die Einrichtung kann mit allen Brennstoffen betrieben werden und ist daher überall verwendbar. Dies ist häufig, besonders aber beim Bau neuer Anlagen, wenn keinerlei Hilfsstrom zur Verfügung steht wie im vorliegenden Fall, von erheblicher Bedeutung.

Wie Bild 21 erkennen läßt, ist die gesamte Einrichtung leicht fahrbar auf Rädern angeordnet und kann daher ohne Schwierigkeiten auch auf schlechten Wegen transportiert werden.

Im Kraftwerk befinden sich ferner noch zwei Transformatoren geringerer Leistung für den Betrieb von Pumpenmotoren sowie für die Beleuchtung des Werkes und der Beamtenwohnungen, die von der bekannten normalen Konstruktion der SSW sind und keiner weiteren Beschreibung bedürfen.

VIII. Die Schaltanlage.

Die Schaltanlage (Bild 22) zeichnet sich durch außerordentliche Einfachheit aus.

Die drei Hauptgeneratoren arbeiten mit 6000 V über ihre Ölschalter auf ein Einfach-Sammelschienensystem, an dem der bekannte Drehstromhörnerschutz der SSW liegt, bei dem die Hörner zwecks größerer Raumersparnis auf dem als Ölwiderstand ausgeführten Dämpfungswiderstand angeordnet sind.

Bezüglich der Schalter, der Synchronisiervorrichtung und der Meßapparate erübrigen sich besondere Angaben, da es sich im allgemeinen um bekannte Ausführungen handelt.

Es ist ferner eine 110 V-Gleichstromsammelschiene vorgesehen worden, über die der Hilfsgenerator auf das Magnetfeld jedes der Hauptgeneratoren geschaltet werden kann, falls einer der Erreger schadhaft werden sollte.

Die Hauptschalttafel (Bild 23), die in der Trennwand zwischen Maschinenraum und Schalthaus aufgestellt ist, enthält drei Felder für die drei Hauptgeneratoren, ein Feld für den Hilfsgleichstromgenerator sowie ein weiteres Feld für die Transformatoren und die Freileitung mit den üblichen Meßgeräten. Die zur Synchronisierung nötigen Apparate befinden sich auf einem passend angebrachten Ausleger. Außerdem sind noch zwei kleinere Tafeln, und zwar für die Zähler und für sechs Spannungsmesser vorhanden, welche die Freileitungsspannung anzeigen, also bis 70 000 V geeicht sind.

Die Haupttransformatoren sind auf der Niederspannungsseite mittels eines Hilfssammelschienensystems, das hinter ihnen an der Wand angebracht ist, unter Zwischenlegung von Stromwandlern in △ zusammengeschaltet und durch Kabel über Ölschutzschalter mit den 6 kV-Hauptsammelschienen verbunden.

Auf der Hochvoltseite sind Ölschalter für die Transformatoren nicht angeordnet worden, so daß zwischen Transformatoren und 60 kV-Sammelschienen nur Schutzdrosselspulen von genügender Reaktanz eingebaut sind. Die 60 000 V-Schienen

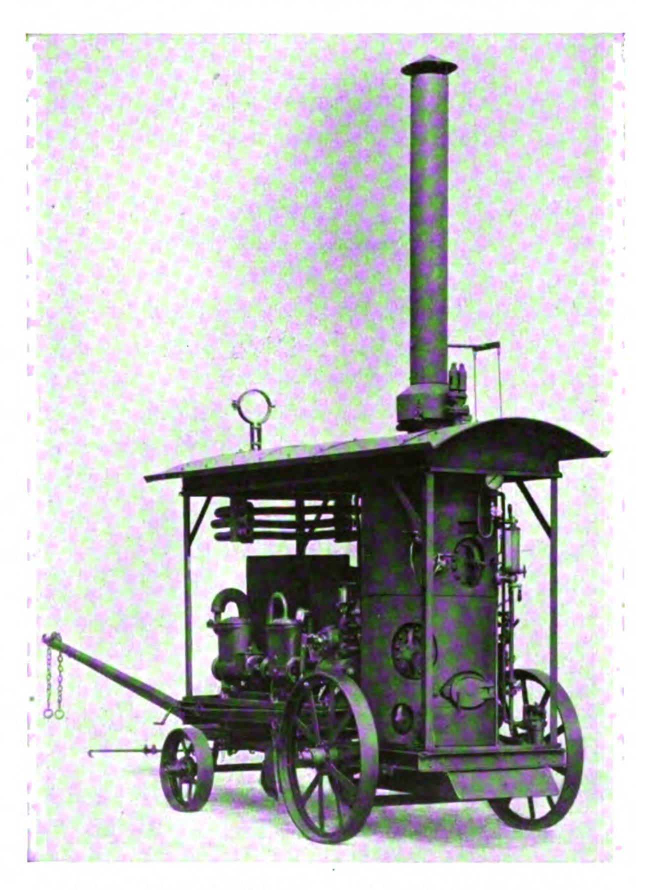


Bild 21. Dampf-Ölkoch- und Evakuiereinrichtung.

Digitized by Google

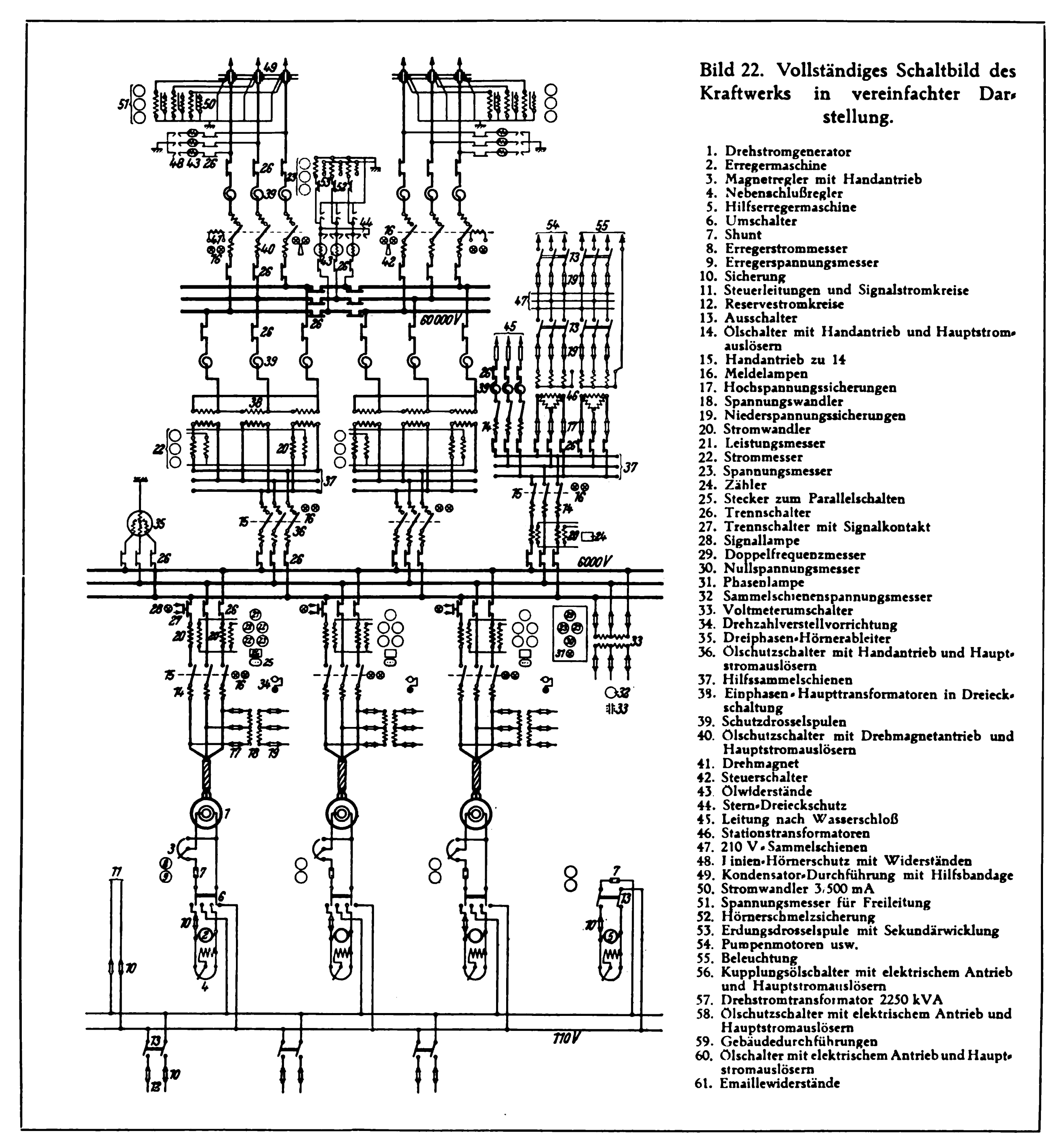


Bild 22. Vollständiges Schaltbild des Kraftwerks in vereinfachter Darstellung.

1. Drehstromgenerator
2. Erregermaschine
3. Magnetregler mit Handantrieb
4. Nebenschlußregler
5. Hilfserregermaschine
6. Umschalter
7. Shunt
8. Erregerstrommesser
9. Erregerspannungsmesser
10. Sicherung
11. Steuerleitungen und Signalstromkreise
12. Reservestromkreise
13. Ausschalter
14. Ölschalter mit Handantrieb und Hauptstromauslösern
15. Handantrieb zu 14
16. Meldelampen
17. Hochspannungssicherungen
18. Spannungswandler
19. Niederspannungssicherungen
20. Stromwandler
21. Leistungsmesser
22. Strommesser
23. Spannungsmesser
24. Zähler
25. Stecker zum Parallelschalten
26. Trennschalter
27. Trennschalter mit Signalkontakt
28. Signallampe
29. Doppelfrequenzmesser
30. Nullspannungsmesser
31. Phasenlampe
32. Sammelschienenspannungsmesser
33. Voltmeterumschalter
34. Drehzahlverstellvorrichtung
35. Dreiphasen-Hörnerableiter
36. Ölschutzschalter mit Handantrieb und Hauptstromauslösern
37. Hilfssammelschienen
38. Einphasen-Haupttransformatoren in Dreieckschaltung
39. Schutzdrosselspulen
40. Ölschutzschalter mit Drehmagnetantrieb und Hauptstromauslösern
41. Drehmagnet
42. Steuerschalter
43. Ölwiderstände
44. Stern-Dreieckschutz
45. Leitung nach Wasserschloß
46. Stationstransformatoren
47. 210 V-Sammelschienen
48. Linien-Hörnerschutz mit Widerständen
49. Kondensator-Durchführung mit Hilfsbandage
50. Stromwandler 3/500 mA
51. Spannungsmesser für Freileitung
52. Hörnerschmelzsicherung
53. Erdungsdrosselspule mit Sekundärwicklung
54. Pumpenmotoren usw.
55. Beleuchtung
56. Kupplungsölschalter mit elektrischem Antrieb und Hauptstromauslösern
57. Drehstromtransformator 2250 kVA
58. Ölschutzschalter mit elektrischem Antrieb und Hauptstromauslösern
59. Gebäudedurchführungen
60. Ölschalter mit elektrischem Antrieb und Hauptstromauslösern
61. Emaillewiderstände

im Erdgeschoß an der Decke des 60 kV-Schalterraumes sind durch Trennschalter in drei Teile zerlegbar, wodurch eine Hälfte der gesamten 60 kV-Anlage von der anderen abgetrennt werden kann. Unmittelbar an den Sammelschienen liegt ein Feinschutz, der in bekannter Weise als Stern-Dreieck-Hörnerschutz mit reichlich bemessenen Ölwiderständen ausgeführt ist. Zur Ableitung von statischen Ladungen ist eine ölisolierte dreiphasige Erdungsdrosselspule mit vierschenkligem Eisenkern vorgesehen, mittels derer die 60 000 V-Anlage ständig an Erde gelegt ist. Während der normal über diese Drossel nach Erde abfließende Wechselstrom wegen der großen Induktivität stark phasenverschoben und sehr klein ist, läßt die Spule den aus statischen Aufladungen resultierenden Gleichstrom ohne weiteres durch. Der Drossel ist eine Schmelzsicherung

Digitized by Google

vorgeschaltet, die zwischen Hörnern angebracht ist, und die bei einem Schaden in der Drossel bzw. bei zu großem Stromdurchgang die Verbindung der 60 kV-Anlage mit Erde durch Abschaltung der Drosselspule unterbricht. Für die beiden Freileitungen ist je ein besonderer Hörner-Sternschutz eingebaut worden, der für eine größere Schlagweite eingestellt ist als der vorher erwähnte Stern-Dreieckschutz der Sammelschienen.

Sämtliche erwähnten Schutzapparate für die 60 kV-Seite sind im ersten Stock des Schalthauses aufgestellt. Der Schutz wird hierdurch sehr übersichtlich, und ist gleichzeitig von den anderen Teilen der Anlage räumlich vollkommen abgetrennt.

Jede der beiden ausgehenden Freileitungen kann mit Hilfe eines Dreikessel-Ölschutzschalters abgeschaltet werden. Dieser Schalter, der einen Dauerkurzschlußstrom von 3000 A noch sicher abtrennen kann und der wie alle anderen Ölschalter der Anlage mit Überstromauslösern und Verzögerungseinrichtung versehen ist, wird durch Drehmagnete bewegt, kann aber im Notfalle auch von Hand bedient werden. Die neben den Ölschaltern stehenden Drehmagnete werden von der Schalttafel aus in der üblichen Weise gesteuert und erhalten ihren Betriebsstrom vom Hilfsgenerator, jedoch sind auch die etwas reichlicher bemessenen Erregermaschinen der Hauptgeneratoren zur Stromlieferung benutzbar.

Die Ausführungsklemmen für die beiden Freileitungen bestehen aus Repelit und sind mit abgestuften Kondensatorbelegen versehen. Außerhalb des Schalthauses haben sie je einen Porzellanüberwurf erhalten, während innerhalb des Gebäudes auf dem Repelitkörper eine geteilte Hilfsbandage angebracht ist, um nach einem von Dr. Keinath angegebenen Verfahren Spannungsmessungen ausführen zu können[1]). Zu diesem Zweck sind die beiden Bandagenteile jeder Durchführung an Erde bzw. an den äußersten Kondensatorbelag gelegt und mit einem kleinen Stromwandler von der Übersetzung 3/500 mA verbunden, der den Ladestrom so heraufsetzt, daß er in einem gewöhnlichen Dreheiseninstrument gemessen werden kann. Diese Instrumente erhalten eine Kilovoltskala und zeigen die Spannung der Freileitung gegen Erde bzw. den Isolationszustand der Leitung an.

[1]) Siemens-Zeitschrift, Heft 11, 1922, S. 606.

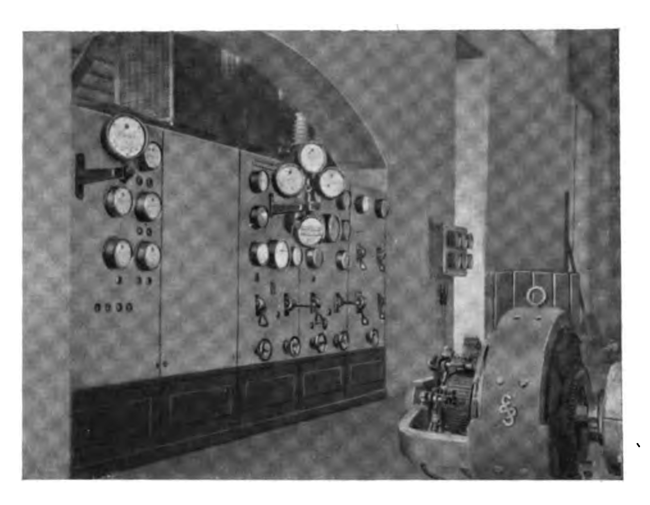


Bild 23. Teile der Schalttafeln. Die Apparate für die dritte Einheit sind noch nicht montiert.

Für den eigenen Bedarf des Kraftwerkes selbst ist ein 20 kVA-Transformator vorgesehen worden, der in Dreieck-Sternschaltung mit belastbarem Nullleiter für 6000/216—125 V bei Leerlauf ausgeführt ist und der mittels einer 500 m langen Freileitung auch für die Beleuchtung der Wohnungen des Betriebspersonals bestimmt ist. Der Apparat ist zusammen mit einem Reservetransformator und dem nötigen Zubehör an Schutzdrosseln, Trennschaltern, Sicherungen und Ölschaltern in einer besonderen Zelle aufgestellt.

Das 3,3 km entfernte Wasserschloß wird durch eine besondere 6 kV-Leitung mit Licht und Kraft für die Schützenmotoren versorgt.

Wie schon früher erwähnt, sind die 60 kV-Apparate, mit Ausnahme der Hauptfreileitungsschalter der geforderten Raumersparnis wegen, nicht in getrennten Zellen angeordnet worden. Es wurde daher besonders dafür Sorge getragen, daß die Transformatoren und Ölwiderstände durch Ölleitungen leicht entleert werden können, um einer etwaigen Brandgefahr möglichst schnell und sicher zu begegnen.

Mit Hilfe der Filterpresse, die wie ebenfalls schon angegeben, zusammen mit Ölpumpen, Rein- und Schmutzölbehältern im unterkellerten 6 kV-Schaltraum untergebracht ist, können stündlich etwa 2,5 m³ Öl gereinigt werden.

IX. Die Freileitung.

Die ebenfalls von den SSW mit allem zugehörigen Material gelieferte Doppelfreileitung ist wegen der Terrainverhältnisse besonders bemerkenswert. Die Leitung führt in der Haupt-

Digitized by Google

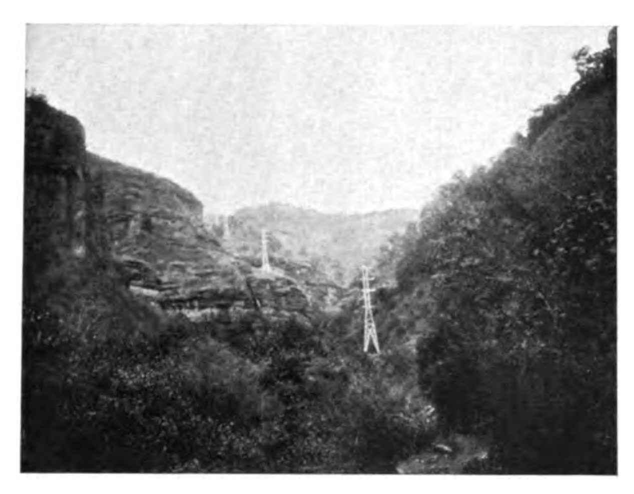


Bild 24. Verlauf der Freileitung im Tal des Alamedaflusses.

sache durch eine Gegend, die völlig abseits vom ohnehin geringen Verkehr liegt (Bild 24), und für deren Bau Kartenmaterial in brauchbarer Form überhaupt nicht vorhanden war, so daß zunächst zeitraubende Geländeaufnahmen nötig waren, um den Linienzug abstecken zu können.

Bei einer Gesamtlänge von 66 km beginnt die Leitung am Kraftwerk in einer Höhe von 1277 m, und steigt zunächst in einem stark gefalteten, unbesiedelten Terrain im Laufe der ersten 10 km bis zu 1630 m, in welcher Höhe sie das enge, wildromantische Tal des Alamedaflusses in der Nähe der Wasserfassung erreicht. Die Landschaft hat hier völlig tropischen Charakter; Bananen-, Kaffee- und Zuckerrohrpflanzungen wechseln miteinander ab.



Bild 25. Zeltlager des Montagepersonals der Freileitung.

Die Leitung folgt dann mit fortwährenden Richtungsänderungen dem das Gebirge durchbrechenden Fluß, und verläßt schließlich das Tal, dabei große Höhenunterschiede von Turm zu Turm überwindend. Sie steigt dann auf einer geneigten, sandigen, zum Teil mit Agaven bepflanzten Ebene bis zu 2600 m, welche Höhe sie nach 20 km Gesamtlänge erreicht.

Der nunmehr beginnende Abschnitt hat an das Montagepersonal erhebliche körperliche Anforderungen gestellt. Starke Temperaturunterschiede, völlige Trockenheit, heftige unvermittelt einsetzende Winde bei starken Luftdruckschwankungen, verbunden mit dem immer niedriger werdenden Barometerstand (etwa 460 mm/hg) setzten die Arbeitsleistungen immer weiter herab und räumten unter den Tragtieren, von denen bei dem völligen Wegemangel zeitweilig bis zu 300 Stück benötigt wurden, sehr auf. Der Bau der Leitung vollzog sich hier wie beinahe auf der ganzen Strecke von recht primitiven Zeltlagern aus (Bild 25), die mit dem Fortschreiten der Arbeiten verlegt wurden. Ziemlich häufig vorkommende Klapperschlangen und ähnliche unliebsame Gäste, die sich sogar auf der Höhe in kleinen, aber besonders gefährlichen Exemplaren zeigten, erforderten äußerste Aufmerksamkeit und sorgfältige Abwehrmaßnahmen.

Die dem Ajuscomassiv nach Süden zu vorgelagerten Bergrücken werden immer unwirtlicher und das Gelände zeigt bei spärlicher Hochgebirgsvegetation Triebsandanhäufungen, oder nackten brüchigen Felsen, so daß bei jedem Turmfundament andere Bodenverhältnisse zu finden waren. Bei Kilometer 33 ist der höchste Punkt der Leitung mit 3718 m erreicht (Bild 26). Der Abstieg erfolgt zunächst langsam bis auf 3000 m, worauf die Spitze des Ajuscoberges umgangen wird. Nach weiterem kurzen Wiederanstieg auf 3300 m wird schließlich bei Kilometer 53 die Bahnlinie Mexico—Hermosa—Rio Balsas gekreuzt (in 2828 m Höhe). Die Leitung steigt nunmehr in das Tal von Mexico hinab und durchquert hierbei die südlich der Hauptstadt gelegenen wegelosen Lavafelder (Bild 27) in 12 km Länge, um endlich zum Unterwerk El Olivar in einer Höhe von 2335 m zu gelangen.

Infolge des gebirgigen Geländes bietet die Leitung überall wechselnde Bilder. Die größte Spannweite beträgt 319 m. Der größte Höhenunterschied zwischen zwei Türmen bei 106 m

Digitized by Google

Turmentfernung beträgt 116 m, wobei bemerkt sei, daß zu Pferde $1^1/_2$ Stunden nötig waren, um von einem dieser beiden Türme zum anderen zu gelangen. Verschiedentlich wurden Schluchten von einer Tiefe bis zu 350 m bei etwa 300 m Turmentfernung überbrückt.

Zum Tragen der Fernleitungen sind Gittertürme verwendet, die einen mittleren Abstand von 200 m voneinander haben, und die aus verzinktem Winkeleisen bestehen und an Ort und Stelle zusammengebaut worden sind. Entgegen der allgemein üblichen Praxis wurden die Türme in die Höhe gebaut, da hierzu keinerlei Hilfswerkzeuge von größerem Gewicht, wie Winden usw. nötig waren, was wegen der Transportschwierigkeiten von ausschlaggebender Bedeutung war. Im ganzen sind 384 Türme aufgestellt worden, unter denen sich 16 schwere Abspann- und 57 Winkeltürme befinden. Bild 28 zeigt den Aufbau dieser Türme und läßt erkennen, daß die 2,5 m tief im Boden eingelassenen Füße mit Fußplatten versehen sind, in denen Streckmetalleinlagen liegen. Wegen des Wassermangels sind diese Streckmetalleinlagen nur zum Teil einbetoniert worden; es sind vielmehr meist schwere Steine um die Füße gelegt worden, was sich gut bewährt und wegen der Tiefe der Füße auch völlig ausreichende Standsicherheit ergeben hat.

Die Türme tragen ein Erdungsstahlseil, sechs Freileitungskabel und vier Telephonleitungen.

Das Erdungsseil besteht aus einem verzinkten Stahldrahtseil von 50 mm² Querschnitt, das auf den Kopftraversen der Tragtürme festgeklemmt, auf denen der Winkel- und Abspannmaste aber an Haken eingehängt ist. Zur Seilverbindung ist ein galvanisierter Schraubenverbinder benutzt worden. Überall dort, wo eine einwandfreie Erdung in feuchtem Boden möglich war, ist der Turm mit einer Erdplatte verbunden worden.

Die sechs Freileitungskabel bestehen aus einem Kupferseil von 50 mm² Querschnitt, das aus 18 hartgezogenen Runddrähten zusammengesetzt ist. Es ist so verlegt worden, daß bei einer Minimaltemperatur von − 5° C und einem Winddruck von 125 kg/m² eine höchste Seilbeanspruchung von 18 kg/mm² nicht überschritten wurde. Hiermit ergab sich ein Durchhang von etwa 3,5 v. H. bei 50° C. Als Leitungsverbinder wurde der sich seit einigen Jahren immer mehr einbürgernde Kerbverbinder der SSW benutzt, dessen konstruktive Durchbildung allgemein bekannt ist.



Bild 26. Normaler Tragturm 3718 m über dem Meer (höchster Punkt der Leitung).

Als Isolatoren sind Hängeisolatoren mit Kappen und eingekittetem Bolzen der Porzellanfabrik Hermsdorf verwendet worden, und zwar wurden wegen der infolge der Höhenlage vorhandenen geringen Isolationsfestigkeit der Luft, die in einer Höhe von rd. 3000 m schon 30 v. H. kleiner ist als auf Meeresniveau, in der Tragkette vier und in der Abspannkette fünf Glieder verwendet. Die weißglasierten Isolatoren haben eine Bruchsicherheit von 3500 kg und eine Überschlagsspannung von 75 000 V je Isolator in trockenem Zustande. Da diese Isolatoren bereits 1914 geliefert worden sind, wurden nunmehr bei Beginn der Arbeiten (1921) einige hundert Stück nach vorhergehendem Erhitzen und schnellem Abkühlen einer Bean-



Bild 27. Geländeformation in den Lavafeldern, die von der Freileitung gekreuzt werden.

Digitized by Google

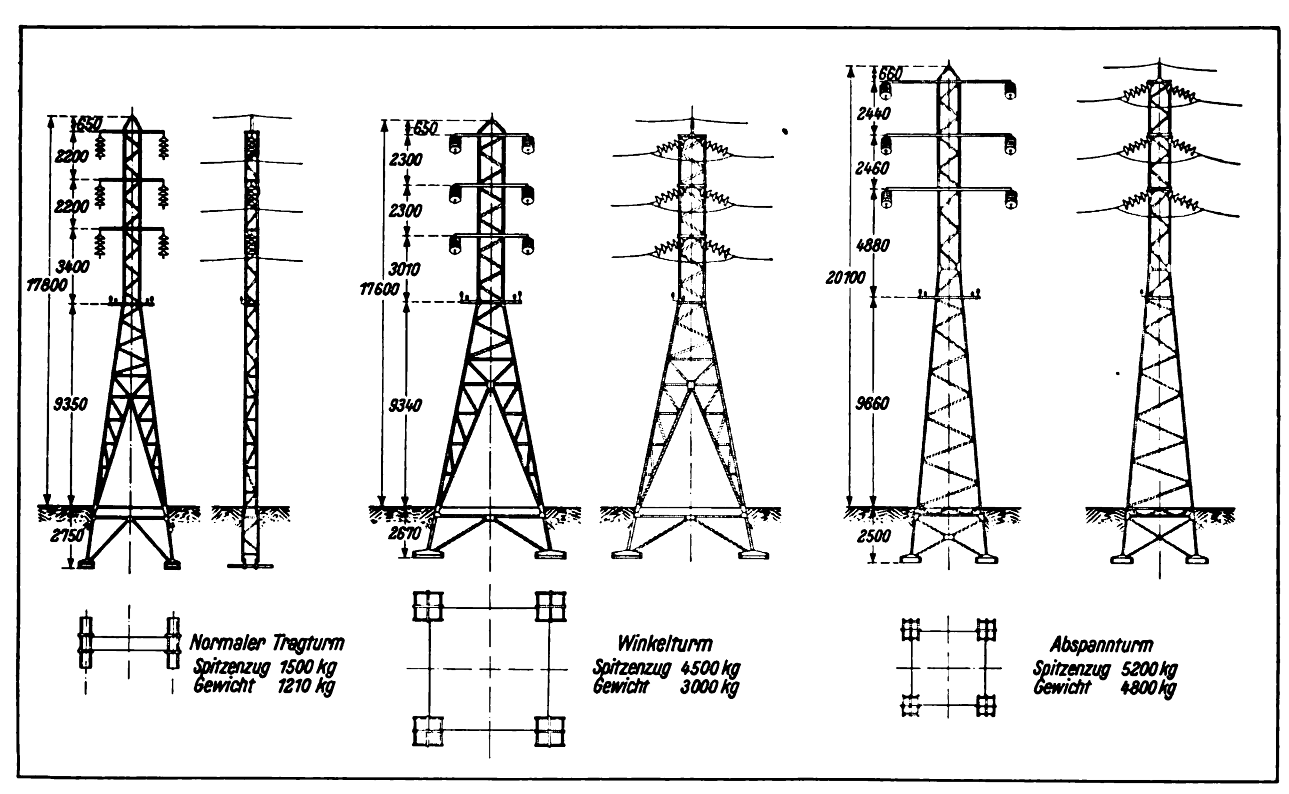


Bild 28. Die drei verwendeten Turmtypen.

spruchung von etwa 3000 kg Zug ausgesetzt, worauf dann eine Prüfung von 60000 bis 70000 Volt vorgenommen wurde. Es zeigte sich hierbei ganz einwandfrei, daß entgegen den Erwartungen eine Zerstörung der Isolatoren infolge der Sprengwirkung, die durch Treiben des Kittes entsteht, während der etwa achtjährigen Lagerung nicht eingetreten war. Um nun aber eine möglichst große Sicherheit zu haben, wurde die zweite Freileitung trotz des ausgezeichneten Ergebnisses der vorerwähnten Prüfung mittels neubeschaffter Kappenisolatoren aufgehängt, die im wesentlichen den bereits beschriebenen entsprechen, aber eine geringere Baulänge haben, so daß in den Ketten ein weiteres Glied mehr angeordnet wurde.

Die Leitung wurde an Verdrillungstürmen (Bild 29) so aufgeteilt, daß die Kapazitäten der drei Phasen und damit ihre Spannungen gegen Erde praktisch einander gleich sind. Als Verdrillungstürme wurden die Abspannmaste nach entsprechendem Umbau verwendet, wobei ausreichender Abstand der Leitungen voneinander durch genügende Anzahl von Isolatorenketten erzwungen wurde. Die heftigen Gewitterstürme in den Höhenlagen von 2500 bis 3800 m machten diese Vorsichtsmaßregel unbedingt erforderlich.

Unterhalb der beiden Freileitungen sind die Betriebstelephonleitungen auf einer besonderen Traverse an den Türmen derart angeordnet worden, daß an jedem Turm eine Verdrillung der Leitungen vorgenommen ist.

Es sind zwei vollständige Telephonsysteme mit allen erforderlichen Apparaten verlegt worden. Hierzu gehören neben den Schmelzsicherungen ein Grobschutz, der alle Spannungen von etwa 3000 V ab nach Überschlagen einer Funkenstrecke nach Erde ableitet, ein Feinschutz, der schon bei 500 V anspricht, sowie zwei Luftleerblitzableiter. Außerdem ist durch einen Isolations-Transformator dafür gesorgt, daß der eigentliche Fernsprechapparat vom Netz völlig abgetrennt und damit jeder Hochspannungsgefahr entzogen ist. Zur Abführung statischer Aufladungen wurden 2×7 Erdungsdrosselspulen über die ganze Strecke verteilt. Diese Apparate, die sich in mit Compoundmasse ausgefüllten Blechgehäusen befinden, wirken in ähnlicher Weise wie die früher bei der Besprechung der Schaltanlage erwähnten 60 kV-Drosseln. Außer den beiden Endpunkten der Leitung und einer Abzweigung bei der Wasserfassung am Alamedafluß sind im Zuge der Leitung in Wärterhäusern

Digitized by Google

noch drei feste Sprechstellen vorgesehen worden, von denen aus die gesamte Leitungsanlage dauernd überwacht wird.

X. Das Unterwerk El Olivar.

Das Empfängerwerk El Olivar ist etwa 20 km entfernt vom Zentrum der Hauptstadt gelegen. Es wurde im wesentlichen bereits vor dem Kriege fertiggestellt, aber nunmehr durch die Hinzufügung einer Schaltanlage für 20000 V erweitert.

Die Station entspricht in ihrem elektrischen Aufbau im allgemeinen dem Kraftwerk, ist jedoch etwas weitläufiger gebaut und ähnelt daher in bezug auf die räumliche Anordnung der Maschinen, Transformatoren und Apparate den allgemein üblichen Ausführungen, weshalb hier nur kurz auf das Werk eingegangen ist.

Die beiden vom Kraftwerk kommenden Fernleitungen sind, wie aus dem Schaltbild 30 ersichtlich ist, auf ein 60 kV-Einfachsammelschienen-System geschaltet, wobei mit Ausnahme der Erdungsdrossel die gleichen Überspannungsschutzapparate vorgesehen worden sind wie im Kraftwerk. Auch hier sind 2 × 3 Einphasentransformatoren von je 2000 kVA Leistung aufgestellt worden, die in der Ausführung und Schaltung von den Apparaten des Kraftwerkes nur im Übersetzungsverhältnis abweichen, das hier auf 54000/20000 – 19500 – 19000 V bei Leerlauf festgelegt ist. Die Anzapfungen auf der Sekundärseite sind dabei so angeordnet, daß die Spannungsänderung ohne Öffnung der Transformatoren durch Umklemmen oberhalb des Deckels leicht vorzunehmen ist. Die 20000 V-Schaltanlage enthält u. a. einen vollständigen Überspannungsschutz entsprechend dem im Kraftwerk, wobei auch hier eine Erdungsdrosselspule vorgesehen wurde. Auf diesen Überspannungsschutz ist deshalb besonderer Wert gelegt worden, weil die zahlreichen und schweren Gewitter während der Regenzeit, sowie das ausgedehnte 20000 V-Netz bei Mexico-Stadt mit vielen Schalt- und Freiluftstationen eine möglichst weitgehende Sicherung der Betriebsanlagen gegen Überspannungsgefahr nötig machen.

Von den 20 kV-Sammelschienen aus wird die Energie mit Hilfe von zwei je 7 km langen Freileitungen dem Unterwerk Mixcoac der Mexican Light and Power Co. zugeführt, und von dieser Station aus weiter verteilt.

Um die in unmittelbarer Nähe der Unterstation liegenden Spinnereien und Webereien mit Energie versorgen zu können und dabei im Notfall vom Kraftwerk in Palpam unabhängig zu sein, ist eine Reservemaschinenanlage aufgestellt worden (Bild 31), die aus zwei mit Dieselmotoren angetriebenen SSW-Drehstromgeneratoren besteht, die bei einer Spannung von 6000 V je 1000 kW leisten. Von der 60 kV-Seite aus geschieht die Stromversorgung der erwähnten Fabriken über einen Drehstromtransformator von 2250 kVA Leistung, der die Spannung auf 6000 V herabsetzt.

Die 6000 V-Schaltanlage ist völlig normaler Bauart und bietet nichts besonders Bemerkenswertes.

Die von der M. A. N. gebauten Dieselmotoren wurden schon kurz vor dem Kriege geliefert und entsprechen daher in ihrem Aufbau nicht mehr den heutigen Ausführungen, da gerade der Krieg

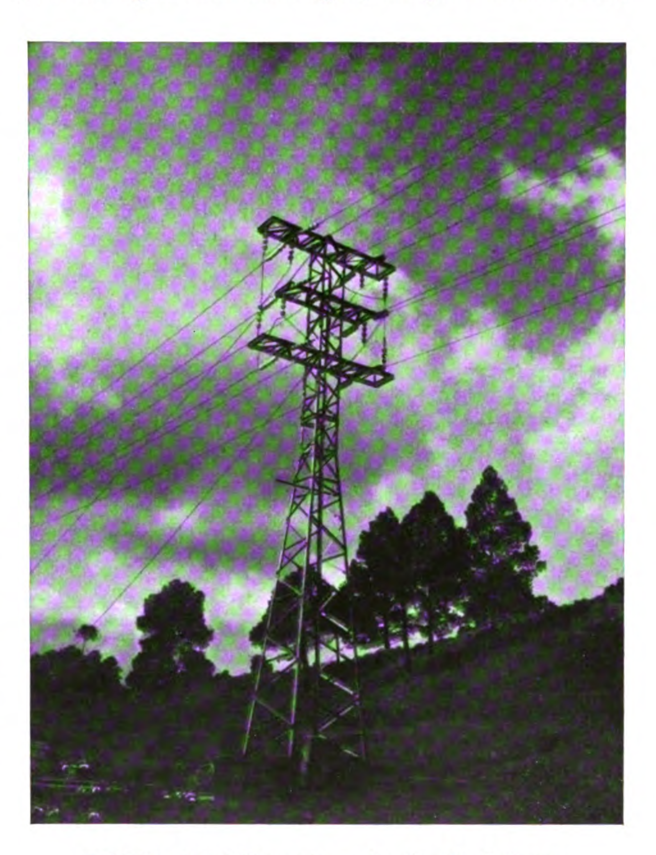


Bild 29. Verdrillungsturm in der Freileitung.

und die seither immer mehr angewendete direkte Verbrennung von schweren Treibölen zur Entwicklung und Verbesserung der Dieselmaschine

Digitized by Google

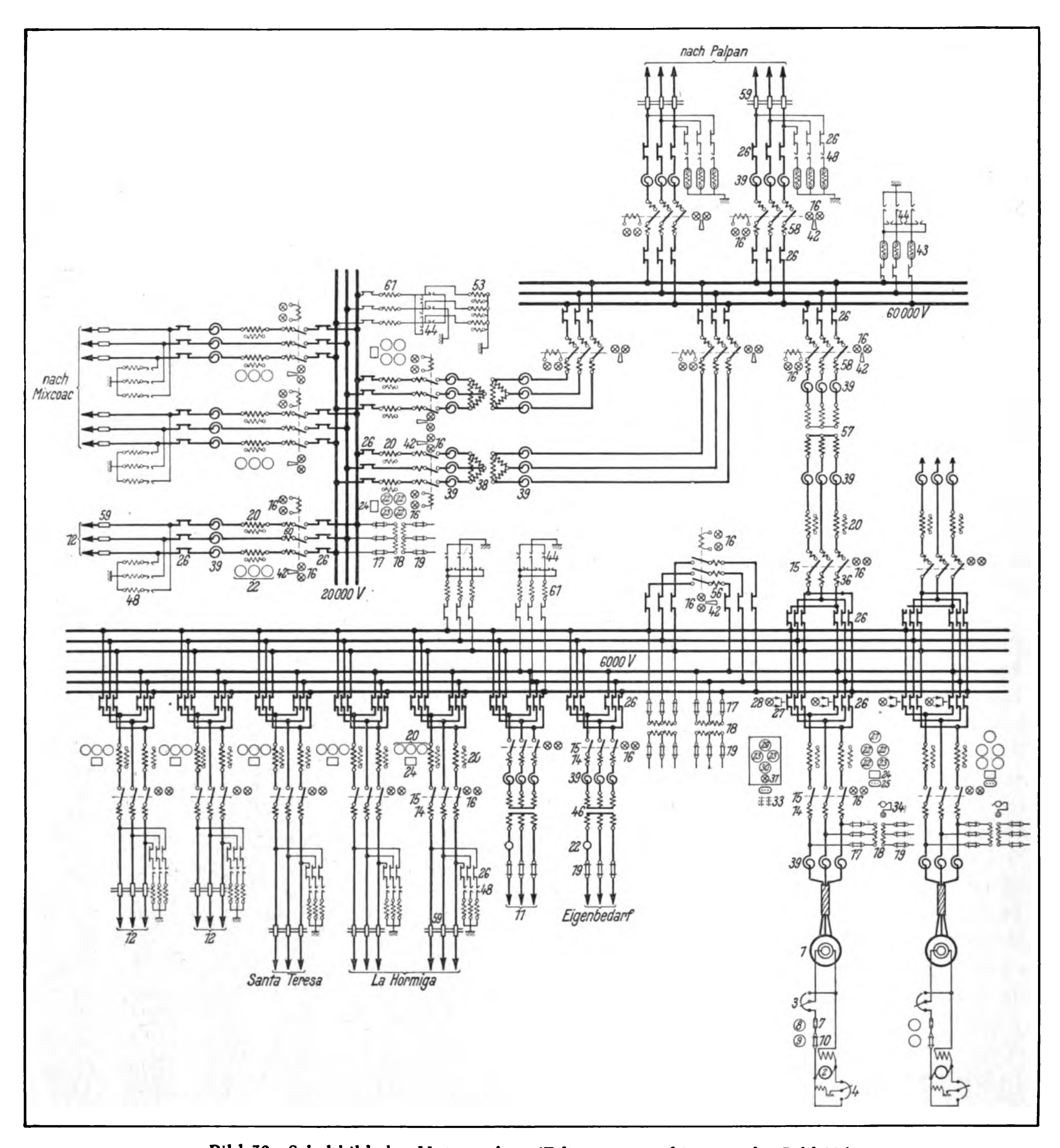


Bild 30. Schaltbild des Unterwerks. (Erläuterungen hierzu siehe Bild 22.)

erheblich beigetragen haben. Die Motoren sind daher nur kurz behandelt.

Es sind zwei liegende, einfach wirkende Zweitakt-Motoren mit je vier Zylindern aufgestellt worden, die auf 2400 m über dem Meere bei 150 Umdr/min je 1500 PS an der Welle gemessen leisten. Die Motoren sind mit allem nötigen Zubehör, wie Kompressoren zum Auffüllen der Anlaßgefäße, zum Verdichten der Ladung in den Arbeitszylindern, ferner mit den erforderlichen Spülluft-, Brennöl- und Schmierölpumpen versehen. Zum Drehen der Maschine ist neben einem Handantrieb ein elektrischer Antrieb angeordnet worden. Zur Verbrennung gelangt

Digitized by Google

mexikanisches Rohöl, die sog. „chapopote", die sehr dückflüssig ist und einen mittleren Heizwert von 9500 Cal/h hat. Als Brennölverbrauch wurden gemessen bei:

$^1/_1$ Last	$^3/_4$ Last	$^1/_2$ Last
0,22	0,225	0,23 kg je PS/h.

Das Gesamtgewicht eines Motors einschließlich allem Zubehör beträgt etwa 190 t.

Jeder der Drehstromgeneratoren ist in der Mitte seines Dieselmotors, d. h. zwischen den Zylindern 2 und 3 montiert, wobei das Polrad mittels kräftiger Schraubenkupplungen mit den beiden Kurbelwellenhälften der Dieselmaschine verbunden ist. Die Generatoren sind für folgende Verhältnisse gewickelt worden:

Leistung bei Vollast: 1400 kVA, $\cos \varphi = 1$.
Spannung: 6000 V bei Frequenz 50.

Wirkungsgrad bei:	1400	1050	700 kVA
	95,2	94,8	93,3 v. H.
Wirkungsgrad bei:	1120	840	560 kW,
($\cos \varphi = 0{,}8$)	93,5	93,0	91,3 v. H.

Die Temperaturerhöhung entspricht den für die Generatoren des Kraftwerkes angegebenen Werten. Das Schwungmoment beträgt 284 t m². Der Läufer ist als Schwungrad ausgebildet und trägt im Kranz 40 aus Stahlguß bestehende Pole, die mit starken Schrauben am Umfang des Speichenrades befestigt sind. Der Wulstring, auf dem die Pole angeordnet sind, hat auf einer Seite einen angegossenen Zahnkranz, um das ganze Aggregat mit Hilfe einer Zahnradübersetzung von Hand oder motorisch drehen zu können.

Die Wicklung des Ständers besteht aus maschinell hergestellten Formspulen, die in Glimmerröhren liegen und deren Köpfe gegen die mechanische Wirkung von Kurzschlüssen durch passende Versteifungen gesichert sind. Die als Compoundmaschine ausgeführte Erregermaschine ist seitlich außerhalb des letzten Zylinders auf einem besonderen Rahmen montiert. Ihre Leistung beträgt 20 kW bei 110 V Spannung. Das Gesamtgewicht eines Generators einschließlich Erregermaschine beträgt etwa 38 t.

Zur Verbindung des 6000 V-Teiles der Station mit der 60 000 V-Anlage dient, wie schon erwähnt, ein Transformator von 2250 kVA Leistung, der für eine Übersetzung von 54 000/6040/3020 V leer gebaut ist, wobei durch Umklemmen über Deckel die Spannung auf der Sekundärseite um

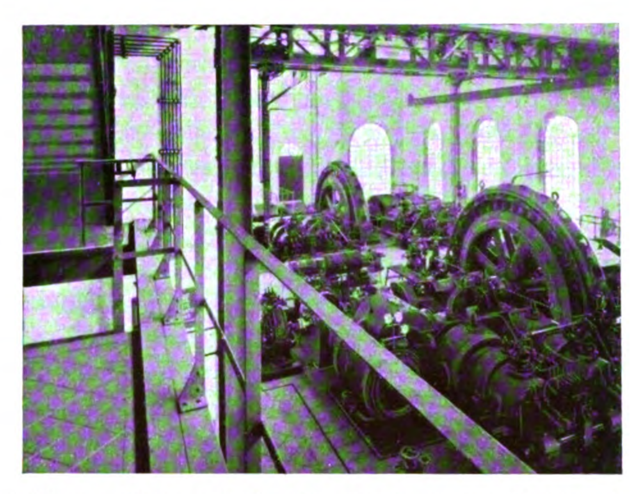


Bild 31. Blick auf die Dieselmotoren im Unterwerk El Olivar.

$\pm$ 3 v. H. und $\pm$ 6 v. H. verändert werden kann. Außerdem ist Umschaltbarkeit der Unterspannung auf die Hälfte vorgesehen worden. Der Transformator entspricht in elektrischer und mechanischer Hinsicht dem vorher schon ausführlicher dargestellten Aufbau der Haupttransformatoren des Kraftwerkes.

XI. Inbetriebnahme.

Die einzelnen Maschinensätze des Kraftwerkes kamen hintereinander von Ende Januar bis Ende März 1923 in Betrieb und haben seit dieser Zeit zusammen mit der ganzen Anlage ohne jede Störung, von anfänglichen ganz geringfügigen und

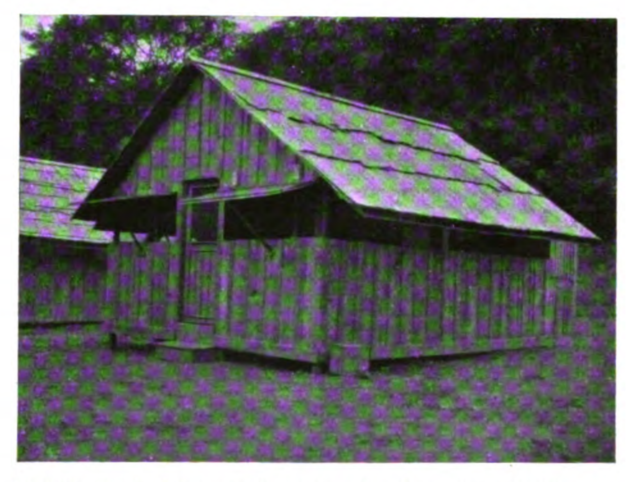


Bild 32. Wohnhütte des bauleitenden Ingenieurs in Tropenbauart mit reichlichen durch Drahtgaze geschlossenen Ventilationsöffnungen.

erwarteteten Undichtigkeiten in einigen Verbindungen der Hochdruckrohrleitung abgesehen, gearbeitet, so daß die Garantiezeit ohne jede

Digitized by Google

Klage abgelaufen ist. Der Parallelbetrieb der Wasserkraftanlage mit den Dieselmaschinen und dem Kraftwerk in Necaxa war mühelos erreichbar. Häufige und schwere Kurzschlüsse im Verteilungs- und Straßenbahnnetz der Stadt Mexico sowie in den Bergwerksbezirken stellten teilweise recht schwere Anforderungen an die Güte des Materials, wobei noch in Betracht zu ziehen ist, daß namentlich in der ersten Zeit das Betriebspersonal mancherlei zu wünschen übrig ließ, wie dies in derartigen Anlagen und in Ländern wie Mexico nicht anders zu erwarten war.

Der Hörnerschutz, der nach einmaliger Einstellung keinerlei Wartung erfordert und daher Bedienungsfehler ausschließt, hat sich aufs beste bewährt und dabei abermals bewiesen, daß er namentlich bei Anlagen, die wegen ihrer Abgelegenheit besonders sicher aufgebaut sein müssen, gegenüber anderen komplizierteren Schutzsystemen, wie Aluminiumableitern usw., den Vorzug verdient.

Die Anlage wird zur Zeit mit einer konstanten Belastung betrieben, deren Höhe allein durch die jeweilige Wasserführung des Alamedaflusses bestimmt ist, so daß die Einheiten des Werkes wenn irgend möglich mit Vollast betrieben werden. Die Anlagen in Necaxa, die aus Stau-Seen versorgt werden, übernehmen zwecks möglichster Wasserersparnis die Deckung der Spitzen. Auf diese Weise ist das Werk ein beachtenswerter Faktor für die Stromversorgung der Hauptstadt und deren Umgebung geworden und hat dem Mangel an verfügbarer Energie in der Trockenzeit ganz erheblich abgeholfen.

Neue Steuerungen für Greiferkrane

Von Ingenieur Fr. Rothe, Abt. Industrie der SSW.

Unter den neueren Hebezeugen sind die zum Verladen von Massengütern, wie Kohle, Erz, Sand u. dgl., dienenden Greiferkrane von besonderer Bedeutung. Die Forderung von Industrie und Handel, möglichst große Mengen der vorgenannten Massengüter in recht kurzer Zeit umzuschlagen, haben zu der Entwicklung von dem kleinen Drehkran zur Verladebrücke mit riesenhaften Abmessungen geführt. Den gesteigerten Anforderungen sucht man durch Vergrößerung des Greiferinhaltes, Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit und Anpassung des Windwerkes an den Sonderzweck zu genügen. Die Hersteller der elektrischen Ausrüstungen sind genötigt, den Sonderausführungen der Krane angepaßte Schaltungen zu finden, die bei einem Mindestmaß von Aufmerksamkeit seitens des Kranführers einwandfreies Arbeiten der Krane gewährleisten und die Erreichung der großen Leistungen erst dadurch möglich machen. Wie weit dies gelungen ist und welche Überlegungen bei der Wahl der Schaltungen angestellt werden mußten, darüber geben die folgenden Abschnitte Auskunft.

Die bei Greiferkranen verwendeten Selbstgreifer werden in Einseilgreifer und Zweiseilgreifer unterschieden. Zur Betätigung des Einseilgreifers ist, wie schon der Name sagt, nur ein Seil erforderlich. Sie stellen die anfänglich verwendete Greiferkonstruktion dar und werden auch jetzt noch, und zwar dann angewendet, wenn mit dem gleichen Kran sowohl Stückgüter verladen als auch Massengüter umgeschlagen werden sollen. Die Einseilgreifer haben nur ein beschränktes Anwendungsgebiet, da Öffnen (Entleeren) nur an der Fangglocke möglich ist. Eine Sonderschaltung kommt für Einseilgreifer nicht in Frage, es genügt jede normale Hubschaltung.

Die Zweiseilgreifer arbeiten mit zwei Seilen; sie stellen die vollkommenere Bauart dar, die bei allen Spezialkranen für Höchstleistungen zur Anwendung kommt.

Außerdem werden noch Motorgreifer gebaut, bei denen der den Greifer betätigende Motor in den oberen Teil des Greifers eingebaut ist und mit ihm ein geschlossenes Ganze bildet. Motorgreifer können in einen Kranhaken gehängt und dann vom Führerstand gesteuert werden; für die Stromzuführung dient biegsames Kabel.

Eine weitere Greiferkonstruktion stellen die in Amerika verwendeten Hulett- oder Stielgreifer[1]) dar. Bei diesen ist der Führerstand in den Greiferstiel eingebaut, an dem die Greiferschaufeln hängen; von diesem Führerstand wird

[1]) VDJ 1914 S. 323/26 sowie H. Aumund, Hebe- und Förderanlagen (1916) S. 221/23.

Digitized by Google

nicht nur der Greifer, sondern der ganze Kran gesteuert.

Da die zuletzt genannten zwei Ausführungsformen in Europa nur wenig oder gar nicht vorkommen, sollen sie bei der Betrachtung der Schaltungen unberücksichtigt bleiben.

Während für den Einseilgreifer ein normales Windwerk mit nur einer Hubtrommel genügt, sind für den Zweiseilgreifer zwei Trommeln, die Haltetrommel und die Schließtrommel erforderlich. Diesen entsprechend unterscheidet man die Seile als Halteseile und Schließseile. Wie beim Einseilgreifer wird auch beim Zweiseilgreifer in den meisten Fällen die Winde durch nur einen Motor angetrieben, wie in den schematischen Darstellungen Bild 1 und 2 gezeigt. In Bild 1 wird die Haltetrommel durch die angedeutete, von einem Bremsmagnet betätigte Kupplung K mitgenommen. Durch Ein- bzw. Ausrücken der Kupplung werden Gleichlauf der beiden Trommeln T_1 und T_2 bzw. Relativbewegungen derselben zueinander und damit Greiferöffnen bzw. -schließen oder Hub-

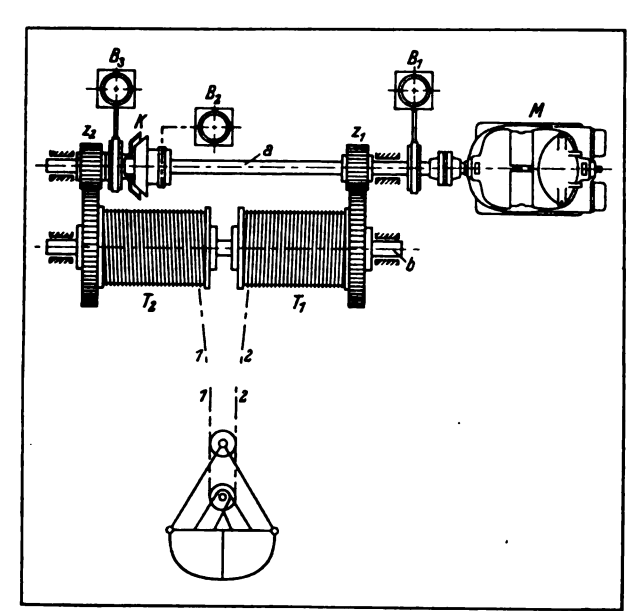


Bild 1. Zweiseilgreiferwinde mit einem Motor und Kupplung durch Magnet.

B 1 = Magnet der Stoppbremse
B 2 = Kupplungsmagnet
B 3 = Magnet der Haltebremse
K = Kupplung
M = Motor
T 1 = Schließtrommel
T 2 = Haltetrommel
a = Vorgelegewelle
b = Trommelwelle
Z_1, Z_2 = Antriebszahnräder

Trommel T 1 sitzt fest auf Welle b, Trommel T 2 läuft lose auf Welle b, Zahnrad Z_2 mit halber Kupplung läuft lose auf Welle a.

und Senkbewegungen erzielt. In Bild 2 wird die Trommel T_3 durch eine Rutschkupplung R mitgenommen, die so stark zu bemessen ist, daß sie den leeren Greifer in der Schwebe halten kann.

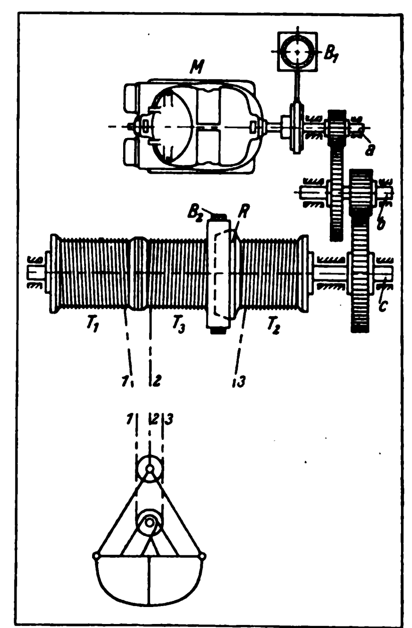


Bild 2. Zweiseilgreiferwinde mit einem Motor und Rutschkupplung.

B_1 = Magnet der Stoppbremse
B_2 = Haltebremse
M = Motor
R = Rutschkupplung
T_1, T_2 = Schließtrommeln
T_3 = Haltetrommel
a, b = Vorgelegewellen
c = Trommelwelle
T_3 = lose auf der Welle c

Wird Trommel T_3 durch die Bremse B_2 festgehalten, so wird bei laufendem Motor je nach der Drehrichtung der Greifer geöffnet oder geschlossen. Ist die Bremse B_2 geöffnet, so laufen beide Trommeln gleich schnell, der Greifer wird gehoben oder gesenkt.

Die Kupplung und die Haltebremse können von Hand mittels kräftiger Steuerhebel betätigt werden oder auch elektrisch durch einen Bremsmagnet oder mittels Druckluft. Die Betätigung des Steuerhebels von Hand erfordert großen Kraftaufwand und ermüdet den Kranführer.

Die Schaltung kann eine normale Hub- bzw. Senkbremsschaltung sein mit entsprechenden Kraftstellungen auf der Senkseite der Steuerwalze, um vollständiges Öffnen des Greifers zu erreichen. Falls die Kupplung bzw. Bremse elektrisch gesteuert wird, ist eine besondere Umschaltwalze erforderlich.

Vereinzelt ist man dazu übergegangen, außer dem Hubmotor einen kleineren Motor, der nur zum Greiferöffnen bzw. -schließen dient, in den Windwerken vorzusehen. Der kleinere Motor treibt dann eine besondere Schließtrommel oder ein Planetengetriebe oder einen in die Schließseile eingeschalteten Flaschenzug an, wodurch Zustandsänderungen des Greifers erzielt werden. Die Konstruktionen sind meist durch Patente geschützt.

Da der Hubmotor bei der skizzierten Anordnung nur zum Heben oder Senken verwendet wird, kann für ihn eine normale Hubschaltung

Digitized by Google

vorgesehen werden, während der kleine Motor eine besondere Steuerwalze für Umkehrschaltung erhält. Der Vorteil der Verwendung von zwei Motoren besteht darin, daß während des Hebens und Senkens Greiferöffnen oder -schließen stattfinden kann. Beim Antrieb beider Trommeln durch nur einen Motor kann die Haltetrommel nur bei Motorstillstand oder bei ganz langsam laufendem Motor zugeschaltet werden, da sonst starke Stöße in das Getriebe kommen. Der Antrieb durch zwei Motoren ergibt also auch einen Zeitgewinn.

Eine vollkommene Abkehr von den bisher erwähnten Ausführungen stellen diejenigen dar, bei denen die zum Heben erforderliche Motorleistung auf zwei Motoren verteilt wird, die getrennt gesteuert werden, um sowohl gleichen wie auch entgegengesetzten Lauf der Motoren und damit die verschiedenen Greiferbewegungen zu erhalten. Ausschlaggebend war hierbei, daß der sonst nur für das Greiferöffnen und -schließen verwendete Motor an der Hubarbeit nicht beteiligt ist und eine vermeidbare Belastung der Winde und Verteuerung der Anlage darstellt. Die Hubmotoren erreichten bei den geforderten Hubgeschwindigkeiten Abmessungen, die mit Rücksicht auf die Durchbildung der mechanischen Konstruktion der Krane eine Unterteilung erforderlich machen. Sowohl amerikanische als auch deutsche Ausführungen[1]) wiesen hier den Weg; bei beiden suchte man mit den einfachsten Hubschaltungen den gestellten Bedingungen zu genügen, wobei der elektrisch nicht erzielbare Gleichlauf der beiden Motoren durch mechanische Mittel erreicht wurde. Da ihre Anwendung nur in einigen typischen Anordnungen möglich ist, mußten eingehende Versuche zwecks besserer Anpassung der Schaltungen an die gestellten Bedingungen gemacht werden, die auch zu einem vollen Erfolge führten.

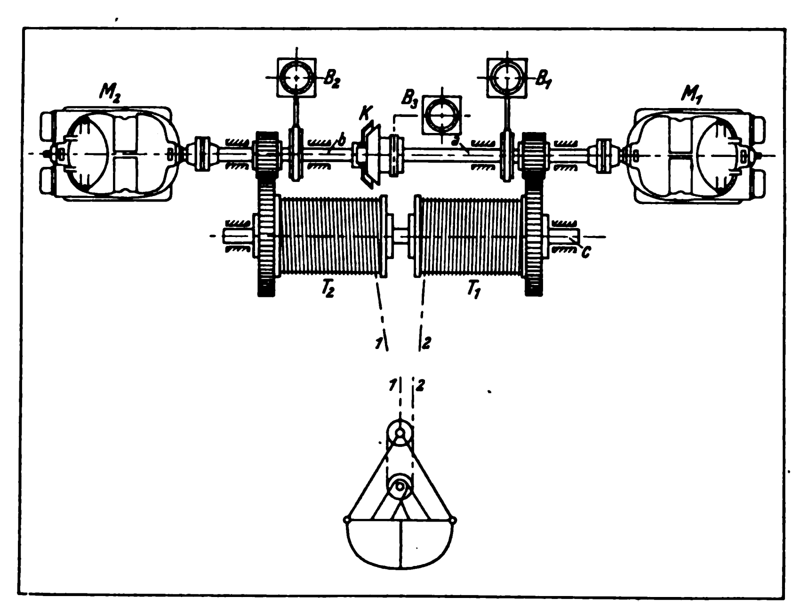


Bild 3. Zweiseilgreiferwinde mit zwei Motoren.

B 1, B2 = Magnete der Stoppbremsen
B 3 = Kupplungsmagnet
K = Kupplung
M 1, M 2 = Motoren
T 1 = Schließtrommel
T 2 = Haltetrommel
a, b = Vorgelegewellen
c = Trommelwelle

Trommeln laufen lose auf Welle c

Laufen bei der geschilderten Anordnung beide Motoren und mithin auch beide Trommeln mit gleicher Drehzahl und im gleichen Drehsinn, so ergibt sich eine Hub- oder Senkbewegung. Bei Relativbewegungen der Trommeln zu einander erfolgt Greifen oder Entleeren. Bild 3 zeigt schematisch die Anordnung einer derartigen Winde, diese erfordert zum einwandfreien Arbeiten eine den besonderen Verhältnissen angepaßte Schaltung. Zum Unterschied von den normalen Greifersteuerungen soll diese als „Zweitrommelsteuerung" bezeichnet werden.

Bei dem Entwurf der Schaltungen für die Zweitrommelsteuerung waren verschiedene Punkte zu beachten, auf die hier eingegangen werden soll, da sie für die Beurteilung der Schaltung sowie der Zweckmäßigkeit der ganzen Anordnung von größter Wichtigkeit sind.

Da die Hubmotoren gleich groß sein sollen, so werden für beide auch die gleichen Steuerapparate, gleichgroße und gleichgestufte Widerstände vorgesehen. Werden nun beide Motoren sowohl beim Heben als auch beim Senken so gleichmäßig laufen, daß der Greifer sich nicht von selbst öffnet? Vorausgesetzt ist, daß beide Steuerapparate in der gleichen Schaltstellung stehen. Eine Betrachtung der einzelnen Manöver gibt hierüber Aufschluß.

Nach beendeter Schließbewegung wird der Motor M_1 den Greifer zu heben versuchen, das Schließseil ist straff gespannt, das Halteseil soll noch schlaff sein. Wird jetzt Motor M_2 hinzugeschaltet, so

[1]) VDJ 1914 S. 327/28.

Digitized by Google

hat Motor M_1 ein großes Gegenmoment zu überwinden, Motor M_2 ein ganz geringes. M_2 wird anlaufen, bis das Halteseil auch straff ist. Bei weiterem Einschalten der Steuerapparate laufen beide Motoren an. Ist einer der beiden Motoren weniger belastet, so wird er so lange schneller zu laufen versuchen, bis die Last gleichmäßig verteilt ist. Bei Gleichstrom-Hauptstrommotoren und Einphasen- sowie Drehstrom-Kollektormotoren wird der Ausgleich infolge der Hauptstromcharakteristik noch schneller vor sich gehen als bei Drehstrom-Asynchronmotoren.

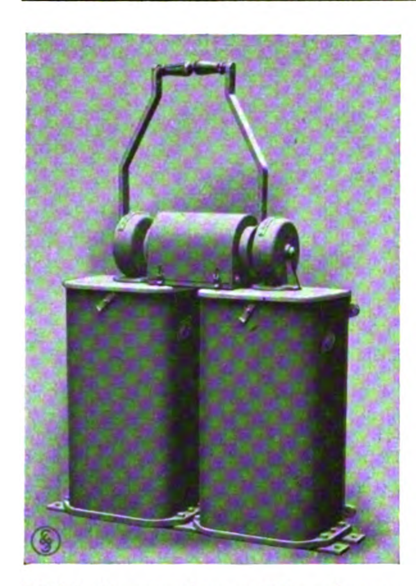
Es ist durch Versuche festgestellt worden, daß für das Geschlossenhalten des Greifers nur etwa 10 v. H. der zum Heben erforderlichen Zugkraft benötigt werden. Umgekehrt könnte also eine ziemlich starke Entlastung im Schließseil eintreten, ohne daß der Greifer sich öffnet. In Wirklichkeit kommt die für diesen Fall erforderliche ungleichmäßige Belastung der Seile aus vorstehend angegebenen Gründen nicht vor.

Beim Senken des gefüllten Greifers zieht die Last und sucht Winden und Motoren zu beschleunigen, die Motoren müssen also so geschaltet werden, daß sie bremsend wirken. Stehen beide Steuerapparate während des Senkens in gleicher Stellung (bei Einphasen- bzw. Drehstromkollektormotoren gleiche Bürstenstellung), so werden beide Motoren gleich stark gebremst. Bleibt aus irgendeinem Grunde der eine Motor in der Drehzahl etwas zurück, so wird der andere infolge der stärkeren Belastung stärker gebremst und es wird somit eine gleiche Verteilung des Lastmomentes auf beide Seile bzw. Trommeln wieder hergestellt. Eine Zustandsänderung des Greifers, also unerwünschtes Öffnen, könnte nur dann eintreten, wenn das Schließseil auf weniger als 10 v. H. der beim Heben auftretenden Zugbeanspruchung entlastet würde, was jedoch nicht vorkommen kann. Das Manöver „Senken des gefüllten Greifers" kommt im Verladebetrieb sehr selten und nur bei einer ganz bestimmten Art des Umschlagens vor.

Im vorstehenden ist festgestellt, daß beim Heben und Senken des gefüllten Greifers auch ohne besondere Sicherheitsapparate ungewünschtes Öffnen nicht eintreten kann. Ganz anders liegen jedoch die Verhältnisse beim Heben und beim Senken des offenen Greifers. Im allgemeinen kommt nach dem Manöver „Entleeren" „Senken des offenen Greifers". Hierbei hängt der Greifer mit seinem ganzen Gewicht, das etwa $^3/_5$ desjenigen von Greifer plus Inhalt beträgt, an dem Halteseil, das Schließseil ist schlaff, die Greiferschalen sind ganz geöffnet. Die Trommeln dürfen während des ganzen Senkweges keine Relativbewegung zueinander machen, da sonst eine Zustandsänderung des Greifers, im ungünstigen Fall Schließen eintreten würde und der Kranführer eine besondere Schaltbewegung ausführen müßte, um den Greifer vor dem Aufsetzen ganz zu öffnen. Das Greifergewicht zieht beim Senken den Motor der Haltetrommel rückwärts, letzterer muß gebremst werden. Da das Schließseil während des Senkens schlaff bleiben muß, kann auf die Schließtrommel und den Schließmotor kein negatives Moment ausgeübt werden, der Schließmotor muß vielmehr die Winde im Senksinne antreiben. Hierbei ergibt sich die Forderung: Der Halteseilmotor muß gebremst werden, der Schließmotor muß Strom im Senksinne bekommen, die Steuerapparate müßten ganz verschiedene Schaltungen haben. Bei Antrieb durch Gleichstrommotoren, sowie Einphasen- und Drehstromkollektormotoren mit Hauptstromcharakteristik lassen sich die Forderungen unter Umständen erfüllen, wenn der Kranführer besonders große Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit entwickelt. Bei Drehstrom-Asynchronmotoren ist dies jedoch nicht möglich, denn der von dem Greifer durchgezogene Halteseilmotor wird eine übersynchrone Drehzahl annehmen, der treibende Schließseilmotor höchstens seine Schlupfdrehzahl. Es besteht die Möglichkeit, durch eine mechanische Bremse die Drehzahl des Halteseilmotors zu verringern und dadurch Gleichlauf beider Motoren zu erzielen. Dieser Ausweg ist jedoch unwirtschaftlich, von dem Bremsverschleiß ganz abgesehen, denn zwecks Erzielung großer Förderleistungen ist eine hohe Senkgeschwindigkeit unbedingt erforderlich. Viel günstiger ist die Anordnung einer durch einen Bremsmagnet betätigten Kupplung zwischen den beiden Trommeln. Die Einschaltung des Magnetes kann von der gleichen Stellung der Steuerapparate in Abhängigkeit gebracht werden oder von einem besonders angeordneten Schalter erfolgen. Das Kuppeln der beiden Motoren bzw. Trommeln ist bei normalem Betrieb und Antrieb durch Asynchronmotoren nur beim Senken erforderlich.

In manchen Fällen wird aber auch ein Schließen der Kupplung beim Heben erforderlich, wenn z. B. bei mit Gleichstrom betriebenen Kranen der ge-

Digitized by Google


Bild 4. Steuerwalzen mit Kupplungsschalter.

öffnete Greifer betriebsmäßig größere Strecken gehoben wird. Hierbei muß das Schließseil schlaff bleiben, der Schließmotor hat nur ein geringes Gegenmoment zu überwinden, während der Halteseilmotor den leeren Greifer zu ziehen hat. Wenn der Kranführer bei geschickter Schaltung auch einen Gleichlauf beider Motoren trotz ganz verschiedener Belastung erreichen kann, so ist die Anordnung eines Fußtrittschalters zum Schließen der Kupplung vorzuziehen. Soll beim Heben des leeren Greifers die Kupplung völlig selbsttätig eingeschaltet werden, so wird ein besonderer Schalter vorgesehen, der in Abhängigkeit von der Seilspannung im Schließseil die Kupplung schaltet. Der Kranführer schaltet hierbei nur den Motor für die Haltetrommel, der Schließmotor ist stromlos und wird über die Kupplung vom Haltemotor mitgedreht.

Bei mit Drehstrom betriebenen Kranen und Asynchronmotoren kann der Schalter wegbleiben; der Kranführer kann schnell in die Endstellungen schalten, in denen die Motoren mit ihren asynchronen Drehzahlen laufen und Drehzahlunterschiede nicht mehr vorkommen.

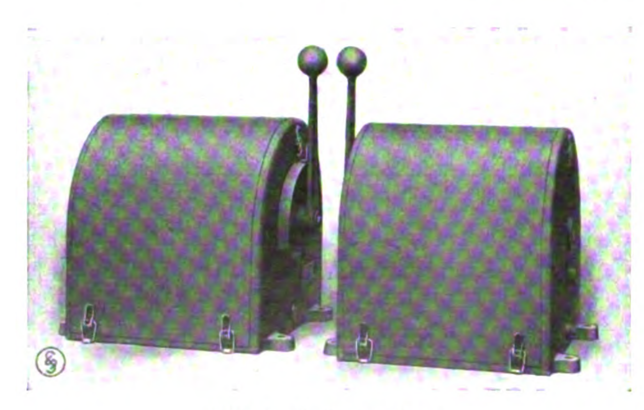

Bild 5. Meisterwalzen.

Bild 4 zeigt zwei Steuerwalzen mit Hebelantrieb, der so ausgebildet ist, daß der Kranführer mit einer Hand beide Walzen gleichzeitig schalten kann, wodurch gleichmäßiges Anlassen beider Motoren gewährleistet wird. Stehen beide Hebel gleich, so wird auf der Senkseite die vorher erwähnte Kupplung geschlossen.

In Bild 5 sind zwei Meisterwalzen wiedergegeben, die für eine Zweitrommelsteuerung mit größeren, durch Schütze geschalteten Motoren verwendet werden. Das Schalten ist hierbei wegen der geringen Größe der Walzen besonders leicht, so daß auch nach achtstündigem schärfstem Betriebe der Kranführer keine Ermüdung zeigt, im Gegensatz zu den Steuerungen mit schweren Handhebeln.

Die Kupplung gehört zum mechanischen Teil, muß also von der Hebezeugfirma geliefert werden. Es ist jedoch wichtig zu wissen, welche Leistung die Kupplung zu übertragen hat; hierzu führt folgende Überlegung:

Zum Heben des gefüllten Greifers sei ein Drehmoment von 100 v. H. erforderlich, für jeden Motor also 50 v. H. des Gesamtmomentes, der Wirkungsgrad sei zu 70 v. H. angenommen.

Die Hubleistung errechnet sich dann zu

$$N_{Hub} = \frac{Q \cdot v}{102 \cdot \eta} \text{ [kW]}.$$

Beim Senken wird durch die Last auf die Motorwelle ein Drehmoment ausgeübt, das, Senkgeschwindigkeit gleich der Hubgeschwindigkeit gesetzt, eine Senkleistung ergibt,

$$N_{Senken} = \frac{Q \cdot v \cdot \eta}{102} \text{ oder,}$$

auf die Hubleistung bezogen

$$\frac{N_{Senken}}{N_{Hub}} = \frac{\frac{Q \cdot v \cdot \eta}{102}}{\frac{Q \cdot v}{102 \cdot \eta}} = \eta^2,$$

$$\text{mithin } N_{Senken} = N_{Hub} \cdot \eta^2$$

$$N_{Senken} = N_{Hub} \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}7 \cong 0{,}5\ N_{Hub}.$$

Nimmt man an, daß die beim Senken freiwerdende Arbeit von beiden Motoren zu gleichen Teilen in elektrische Energie umgesetzt werden soll, und beträgt das Gewicht des leeren Greifers $^3/_5 = 60$ v. H. der Gesamtlast, so muß die Kupplung $\frac{0{,}5 \cdot 0{,}6}{2} = 0{,}15$, also 15 v. H. des Gesamtmomentes, übertragen.

Digitized by Google

Bei der nachstehend beschriebenen Schaltung für Drehstrom-Asynchronmotoren muß in den Senkkraftstellungen die Arbeit jedoch von nur einem Motor in elektrische Energie umgesetzt werden. Aus vorstehender Berechnung geht jedoch hervor, daß der eine Motor dann mit 50 v. H. der Gesamtleistung gleich 100 v. H. seiner Leistung beansprucht, also nicht überlastet wird. Bei besserem Wirkungsgrad der Triebwerke als 70 v. H. wird die Beanspruchung des Motors ungünstiger, doch kann dies bei der Wahl der Motoren ausgeglichen werden.

Eine den SSW geschützte und in der Siemens-Zeitschrift 1921 S. 476—80 und 1923 S. 535—36 beschriebene Schaltung, die Zweimotorensenkschaltung für Drehstrommotoren, im folgenden kurz Schaltung „r“ genannt, hat infolge ihrer guten

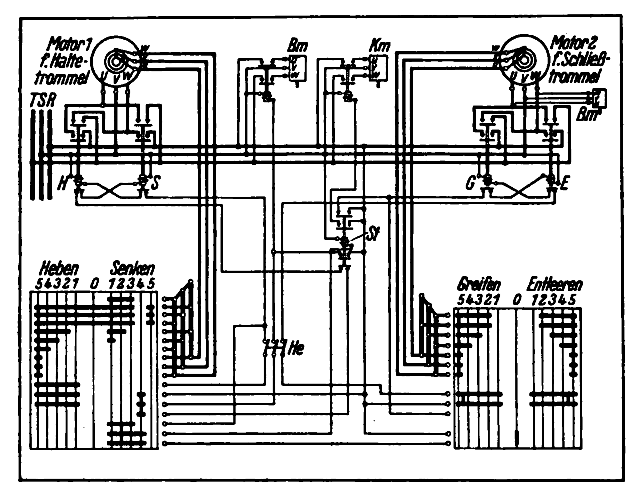


Bild 7. Zweitrommelsteuerung in Zweimotorensenkschaltung.

Bm = Bremsmagnet
E = Entleerschütz
G = Greifschütz
H = Hubschütz
He = Hubendschalter
Km = Kupplungsmagnet
S = Senkschütz
St = Steuerschütz

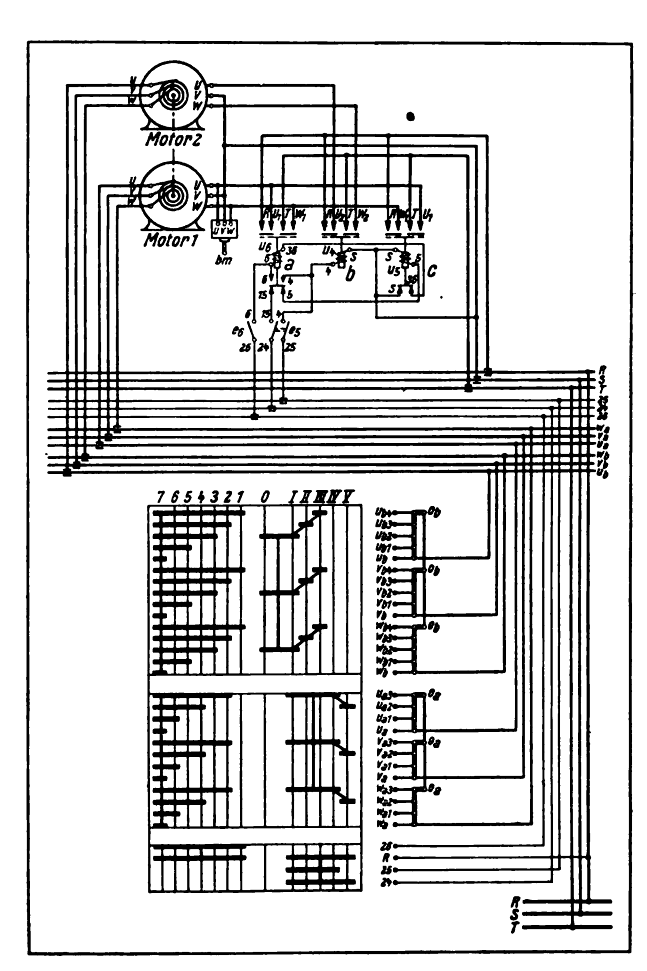


Bild 6. Zweimotorensenkschaltung.

Regelfähigkeit vorzüglich bei Gießereikranen, Nietkranen u. dgl. überraschend häufige Anwendung gefunden.

In Bild 6 ist eine Schaltung „r“ dargestellt, wie sie bei Hubmotoren größer als 2 mal 8 kW angewendet wird. Bei Leistungen bis zu 2 mal 8 kW sind die angegebenen Schütze nicht erforderlich. Sie ist aber auch die gegebene Schaltung bei Drehstromkranen mit Zweimotorenantrieb für Greiferbetrieb, da sie sowohl schnelles Senken während des größten Teiles des Hubweges, als auch langsames Senken beim Fahren durch Schiffsluken u. dgl., sowie beim Aufsetzen auf Waggon- und Schiffsböden gestattet. Bild 7 ist ein Schaltbild einer Zweitrommelsteuerung, bei der das Senken in Schaltung „r“ vor sich geht. Die im Schaltbild rechts stehende Walze hat einfache Umkehrschaltung und dient allein geschaltet zum „Greifen“ und „Entleeren“. Beim Heben werden die rechte und die linke Walze gleichzeitig geschaltet und somit beide Motoren gleichzeitig angelassen. Die Antriebe der Walzen sind wie diejenigen in Bild 4 und 5 ausgebildet, was gleichmäßiges Schalten erleichtert. Beim Senken wird nur die linke Walze geschaltet, die rechte muß auf Null stehen bleiben, da nur in diesem Fall die Kupplung durch den Kupplungsmagneten Km geschlossen wird. Zwecks Erzielung großer Leistungen wird der Kranführer beim Senken in die Stellung der größten Geschwindigkeit, in die Senkkraftstellung schalten. In dieser ist der Motor I stromlos, Motor II im Senksinne geschaltet und wird durch die Last übersynchron durchgezogen. Hierbei wird Strom in das Netz zurückgegeben, die Schaltung ist deswegen auch am wirtschaftlichsten.

Digitized by Google

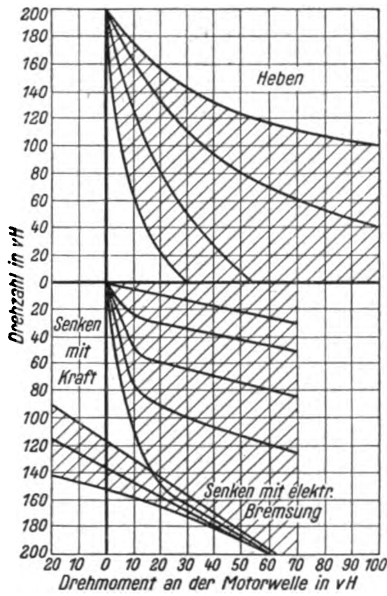


Bild 8. Schaltung r, Gleichstrom.

Die Senkgeschwindigkeit kann durch entsprechende Bemessung des Widerstandes begrenzt werden; die beim Senken vorkommende Höchstbelastung des einen Motors ist im vorigen Absatz behandelt worden.

Wie aus der Berechnung der Senkleistung hervorgeht, muß bei der Berechnung des von der Last auf die Motorwelle ausgeübten Drehmomentes der Wirkungsgrad im Quadrat eingesetzt werden. Aus den in Bild 8—11 dargestellten Regelkurven normaler Kranschaltungen ist zu ersehen, welche Drehzahlen in Prozenten der Nenndrehzahl und damit der Hubgeschwindigkeit auf den einzelnen Schaltstellungen bei verschiedenen Drehmomenten erreicht werden. Aus den Kurven geht auch hervor, daß beim Senken des leeren Greifers kleinere Drehzahlen auftreten als beim Senken des gefüllten Greifers, das Gegenteil ist jedoch erwünscht. Man hat diesem Wunsche durch Einfügung von Freifallstellungen, auch durch Kombinierung der Druckluftbremsung mit der elektrischen nachzukommen gesucht, wodurch jedoch Gefahrenquellen entstanden. Eine andere Lösung ist die, beim Senken des geöffneten Greifers durch

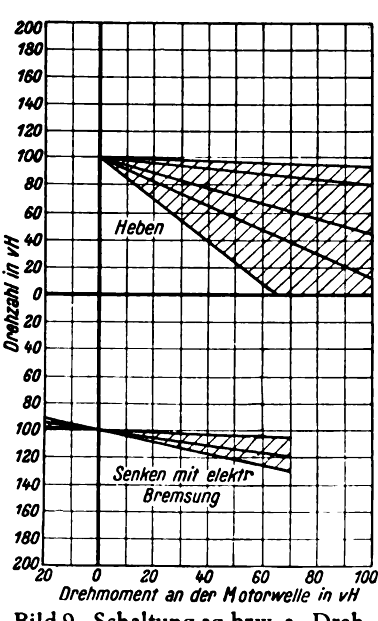


Bild 9. Schaltung ag bzw. a, Drehstrom.

einen besonderen Schalter völlig selbsttätig die Bremsung zu vermindern, so daß die Drehzahl auf einen bestimmten gewünschten Wert, etwa 200 v.H. der Hubgeschwindigkeit steigen kann.

Als nicht allgemein bekannt sei hier noch erwähnt, daß besonders bei kleinen Hubhöhen die Halteseile nicht unmittelbar am Greifer befestigt werden, sondern unter Zwischenfügung eines Stückes Rundgliedkette. Wenn der Kranführer den Greifer mit Schlaffseil aufsetzt, dann bildet die Kette eine offene Schleife, die Seile stauchen sich nicht, sondern bleiben stramm und springen nicht aus den Umleitrollen. Der Greifer kann so tief in das Ladegut einsinken, als die Kette zuläßt, Rückwärtsziehen der Halteseiltrommel ist nicht erforderlich. Falls nach beendetem Greifen etwas Schlaffseil zurückbleibt, wird dieses bei dem anschließenden Heben infolge der anfänglich geringeren Belastung des Halteseilmotors schnell herausgefahren.

Aus der Übersicht geht hervor, daß es gelungen ist, dem Sonderzweck gut angepaßte Schaltungen zu finden. Bei der ständig zunehmenden Verwendung von Drehstrom für Kran- und Verlade-

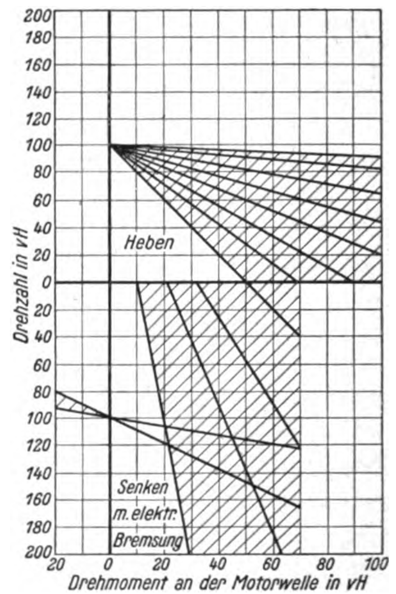


Bild 10. Schaltung e, Drehstrom.

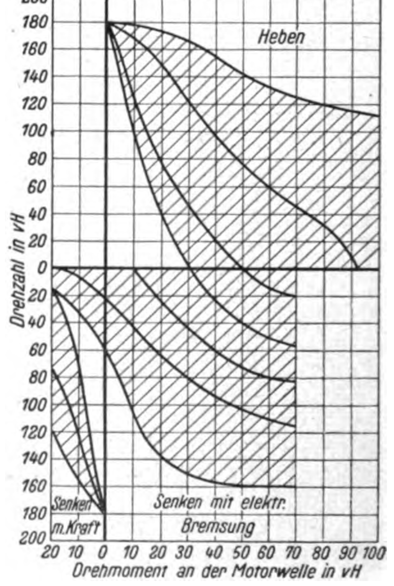


Bild 11. Kommutatormotor, Drehstrom.

Digitized by Google

anlagen ist der Umstand besonders wichtig, daß mit der Zweitrommelsteuerung in Verbindung mit der Schaltung „r" eine Schaltung gegeben ist, die auch bei Verwendung von Dreh-strom-Asynchronmotoren allen billigerweise an eine Greifersteuerung zu stellenden Anforderungen genügt. Jedoch auch bei Antrieb durch Gleichstrom- sowie Drehstromkollektormotoren dürfte die Zweitrommelsteuerung das Gegebene sein.

KLEINE MITTEILUNGEN

Pneumatischer Kardenausstoß mit elektrisch angetriebener Wandersaugdüse.

Von Dipl.-Ing. Carl Ritz, Obering. der Abt. Industrie.

In den Spinnereien wird die Baumwolle, die auf den Vorbereitungsmaschinen gemischt, aufgelockert und vorgereinigt ist, auf den Karden oder Kratzen von der Flocke bis zur einzelnen Faser weiter aufgelöst und gereinigt. Dabei werden die in der Flocke noch eingeschlossenen Samenreste, Kapseln und sonstigen Unreinigkeiten frei und setzen sich in den Garnituren der Kratzen fest. Die Garnituren müssen deshalb in gewissen Zeitabständen gründlich gereinigt und ausgestoßen werden. Das geschieht gewöhnlich mit walzenförmigen Bürsten, den Ausstoßwalzen, die bei abgestellter Karde an Trommel und Abnehmer aufgelegt werden und in die Garnituren eingreifen, während Trommel und Abnehmer langsam in Bewegung gesetzt werden.

Beim Reinigen mit den Bürsten tritt eine lebhafte Staubentwicklung auf, die in hohem Maße gesundheitsschädlich für die Arbeiter ist, die das Ausstoßen der Karden besorgen. Aber auch die Beschaffenheit der hergestellten Ware leidet unter diesem Staub, denn die feinen Wollfäden, die dabei aufgewirbelt werden und herumfliegen, schlagen sich nieder und beeinträchtigen die Reinheit des Vließes und die Güte des zu verspinnenden Fadens.

Der pneumatische Ausstoß, bei dem die Unreinigkeiten aus den Beschlägen der Kratzen abgesaugt werden, vermeidet diese lästige Staubentwicklung und ihre unangenehmen Folgeerscheinungen vollständig, und er hat sich darum in den Spinnereien bestens eingeführt.



Bild 1. Elektrisch angetriebene Wandersaugdüse DRP.

Es sind verschiedene Ausführungsarten der pneumatischen Kardenreinigung bekannt, bei denen die Saugeinrichtungen, als Wanderdüsen ausgebildet, längs der Walzen der Trommel und des Abnehmers mechanisch bewegt werden. Sie unterscheiden sich im wesentlichen nur in der Art des Antriebes und des Anbaues an die Kratzen.

Auf der Jahresschau der Deutschen Arbeit in Dresden haben die Siemens-Schuckertwerke eine neuartige Wanderdüse ausgestellt, die elektrisch angetrieben ist und leicht von einem Mann von Kratze zu Kratze versetzt werden kann, so daß für die Reinigung eines ganzen Kratzensaales nur ein oder höchstens zwei Wanderdüsen benötigt werden im Gegensatz zu den Anlagen, bei denen an jeder Kratze eine oder mehrere Düsen angebaut sind.

Der Apparat der SSW besteht aus einer Doppeldüse, die mit je einem Mundstück für Trommel und Abnehmer versehen ist und auf einer Spindel mit einfachem Gewinde als Mutter bewegt wird. Zum Antrieb dient ein liegend angeordneter schlagwettersicher gekapselter Spezialmotor mit Schneckentrieb, der für Gleich- und Wechselstrom verwendbar ist und an jede Lichtleitung angeschlossen werden kann. Der Motor wird durch einen Umschalter ein- und ausgeschaltet, durch den auch die Drehrichtung des Motors geändert werden kann. Zur Regelung der Umdrehungszahl ist ein Regelwiderstand vorgesehen, so daß der Saugapparat mit verschiedenen Geschwindigkeiten an der Trommel bzw. dem Abnehmer der Kratze vorbeigeführt werden kann, wie die Betriebsverhältnisse es verlangen. Zur Führung des Apparates während der Hin- und Rückbewegung dient eine mit der Spindel durch Traversen verbundene Führungsstange. Die Länge der Spindel und der Führungsstange ist einstellbar nach der Arbeitsbreite der Kratzen.

Beim Reinigen der Kratzen wird der Apparat auf zwei Halter aufgelegt, die an jeder Karde seitlich angebracht sind. Durch eine Einstellvorrichtung an den Haltern und ein Gelenk am Saugmundstück für die Trommel ist die richtige Auflage des Apparates für jede Kratze durch eine einmalige einfach auszuführende Einstellung bei der Montage bestimmt. Die Form der Halter sichert die Kratzenbeschläge vor Beschädigung beim Auflegen der Saugdüse. Durch eine Umstellvorrichtung können beide Saugmundstücke zugleich oder jedes einzeln für sich in Gebrauch genommen werden, je nachdem Trommel und Abnehmer gleichzeitig oder hintereinander abgesaugt werden sollen.

Der Saugmund für die Trommel ist in einem Schlitz im Abdeckblech der Trommel geführt. Ein mehrteiliger Fallschieber, der durch das Saugmundstück selbsttätig geöffnet und durch sein Eigengewicht geschlossen wird, deckt den

Digitized by Google

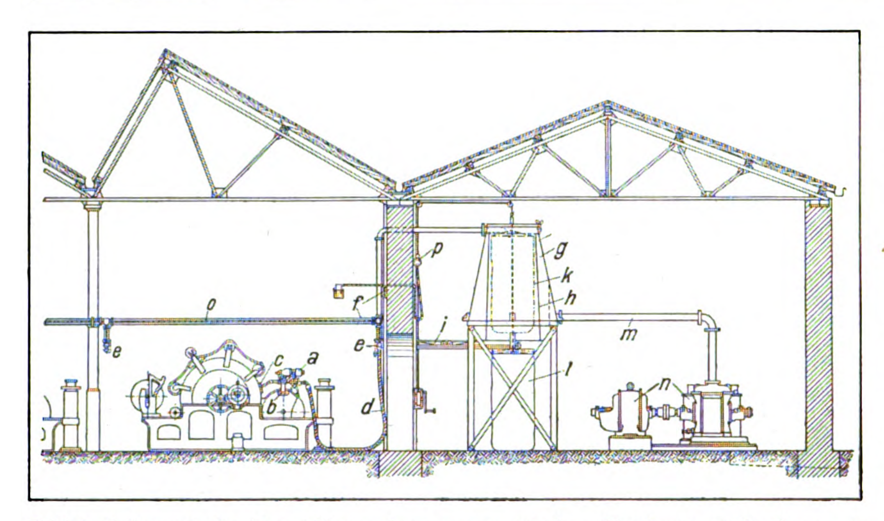


Bild 2. Schematische Darstellung einer pneumatischen Kardenausstoßanlage mit elektrisch angetriebener Wanderdüse.

a) Ausstoßapparat
b) Halter
c) Fallschieberverschluß
d) Schlauch
e) Schlauchanschlußstellen
f) Förderleitung
g) Sammelkessel
h) Filter
i) Verschluß, ausgefahren
k) Sack, leer
l) Sack, gefüllt
m) Luftleitung
n) Luftpumpensatz
o) elektrische Zuleitung zum Ausstoßapparat
p) Gewichtsanzeiger mit Signalvorrichtung

Führungsschlitz ausreichend ab, so daß aus der Trommel kein Material durch den Schlitz herausfallen kann.

Beim Absaugen wird der Apparat mit besonderen Kupplungsstücken an eine Rohrleitung angeschlossen, die unter Vakuum steht. Mit der Kupplung des Schlauches wird gleichzeitig die Stromzuführung für den Antriebsmotor des Apparates hergestellt. Der Arbeiter schaltet den Motor ein und läßt den Apparat von einem Ende der Spindel zum anderen laufen; dort schaltet sich der Motor selbsttätig aus. Ein Hebelgriff ändert die Drehrichtung des Motors und leitet den Rücklauf des Apparates ein.

Je nachdem die Betriebsverhältnisse einer Spinnerei es zulassen, werden Trommel und Abnehmer mit beiden Mundstücken gleichzeitig bei einem Gang des Apparates über die Spindel abgesaugt oder hintereinander, die Trommel beim Hingang, der Abnehmer beim Rücklauf des Apparates.

Das abgesaugte Material wird vom Luftstrom durch die Rohrleitung nach einem Sammelbehälter gefördert und dort abgeschieden. Der Behälter kann mit einer besonderen Sackstopfeinrichtung ausgerüstet werden, die das Material in einem Sack auffängt und packt.

Zur Erzeugung des Vakuums für die Anlage dient die als Luftpumpe für pneumatische Förderanlagen bestens bewährte, wasserringgedichtete, rotierende LP-Pumpe der SSW, die unempfindlich gegen Staub ist und darum fast ohne jede Wartung betriebssicher arbeitet.

Es ist bereits oben darauf hingewiesen worden, daß bei der pneumatischen Reinigung der Kratzen jegliche Staubentwicklung vermieden ist, weil die abgesaugten kurzen Fasern und Unreinigkeiten in geschlossener Rohrleitung weggefördert werden. Die Luftverhältnisse in den Kardensälen werden dadurch wesentlich gebessert, und die Maschinen und Arbeitsräume, die sonst verstaubt sind, bleiben sauber.

Aber auch noch andere Vorteile ergeben sich bei Anwendung des Absaugeverfahrens.

Die Garnituren, die beim Ausstoßen mit der Bürste leiden, weil sich die feinen Häkchen beim Eingreifen der Bürste leicht verbiegen oder lockern und an der Spitze abstumpfen, werden geschont, denn die Saugdüsen greifen nicht in die Beschläge ein.

Die Arbeitsleistung der Kratzen wird beim pneumatischen Ausstoß wesentlich erhöht, denn das zeitraubende Abstellen der Karden und der Ausfall der Produktion während dieser Zeit fallen fort, da Trommel und Abnehmer während der Reinigung mit der gewöhnlichen Drehzahl weiterlaufen können. Die Schwächung des Vließes beim Absaugen ist so gering, daß sie ohne Einfluß auf die Fadenstärke bleibt. Stellt man die Produktion während des Absaugens ab, um

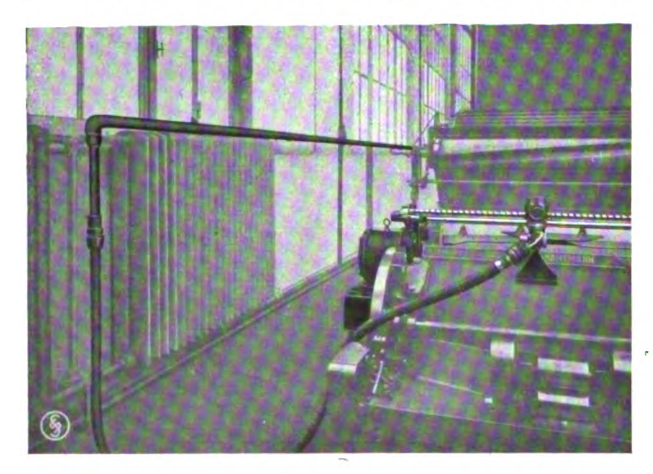


Bild 3. Anschluß der Wanderdüse an die Rohrleitung.

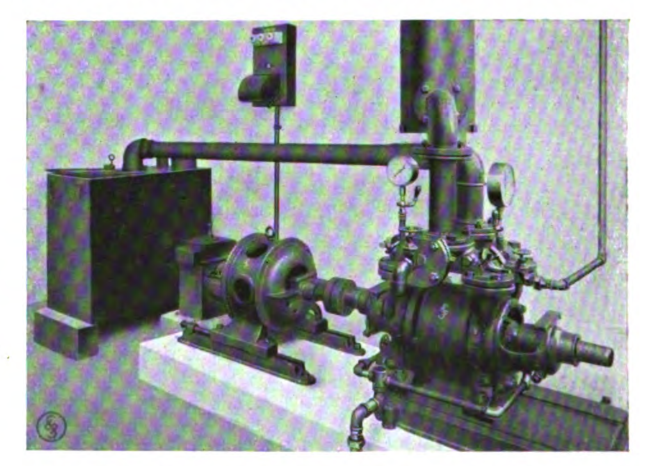


Bild 4. Luftpumpensatz für die pneumatische Kardenausstoßanlage.

Digitized by Google



Bild 1. Elektrischer Zehnwagenzug auf der Strecke Berlin—Bernau.

jegliche Schwächung des Vließes zu vermeiden, so ist der Ausfall der Arbeitsleistung doch sehr viel geringer als beim Bürstenausstoß, da die Unterbrechung beim Absaugen erfahrungsgemäß nur 2 bis 3 Minuten beträgt gegenüber der doppelten Zeitdauer beim Bürstenausstoß, wobei die Zeit für den Auslauf der Trommel bis zum Stillstand bei dem letzteren Verfahren noch nicht gerechnet ist.

Die Vorzüge des Absaugeverfahrens begünstigen seine Einführung, lediglich die Kosten für die Ausrüstung jeder einzelnen Kratze mit einer Saugeinrichtung hielten manche Spinnerei davon ab, ihre Karden damit einzurichten. Durch die transportable Saugeinrichtung mit elektrischem Antrieb ist die Einführung des pneumatischen Ausstoßes wesentlich erleichtert, denn ohne umständliche Änderungen an den Karden kann dieser leichte und handliche Apparat bei allen Einzylinderkarden mit Wanderdeckeln, also den gebräuchlichsten Kratzenarten, verwendet werden, unabhängig von der Arbeitsbreite der einzelnen Karde.

Die erste Inbetriebsetzung der elektrischen Stadt-, Ring- und Vorortbahnen Berlins.

Vor etwa 45 Jahren wurde die Berliner Stadt- und Ringbahn mit Dampflokomotivenbetrieb eröffnet und später durch den Anschluß mehrerer Vorortlinien erweitert. Das Gesamtnetz einschl. dieser Vorortlinien umfaßt heute zusammen rund 477 km doppelgleisige Bahnen, die von der deutschen Reichsbahn in mustergültiger Weise betrieben werden.

Der Verkehr auf diesem umfangreichen Netze hat im Laufe der Jahre einen solchen Umfang angenommen, daß die Einrichtung eines Schnellbahnbetriebes nicht mehr aufgeschoben werden konnte.

In richtiger Erkenntnis dieser Verhältnisse und in der Überzeugung, daß ein solcher Betrieb am besten mit elektrisch betriebenen Motorwagenzügen ausführbar ist, wurde die Elektrisierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen beschlossen. Die Versuche mit elektrischer Zugförderung sind schon vor dem Weltkriege begonnen worden und werden auf den Strecken Stettiner Bahnhof—Bernau und Stettiner Bahnhof—Oranienburg fortgesetzt. Anfang August sind bereits die ersten elektrischen Triebwagenzüge auf der Vorortstrecke Stettiner Bahnhof—Bernau in Betrieb gesetzt worden. Sie werden mit 800 V Gleichstrom, der durch 3. Schiene den Fahrzeugen zugeführt wird, betrieben. Bild 1 zeigt den ersten von den Siemens-Schuckertwerken ausgerüsteten Zehnwagenzug. Dieser besteht aus zwei in sich gleichen Halbzügen, von denen jeder aus zwei an den Enden befindlichen vierachsigen Triebwagen und drei dazwischengeschalteten zweiachsigen Beiwagen zusammengesetzt ist. Der ganze Zug enthält demnach vier Triebwagen und sechs Anhängewagen mit insgesamt 584 Sitzplätzen und 980 Stehplätzen. Die Aufnahme-

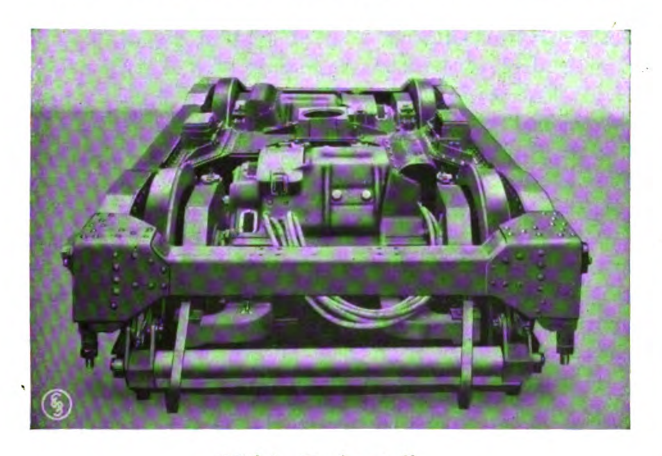


Bild 2. Drehgestell.



Bild 3. Triebwagen mit Stromabnehmer.

Digitized by Google

fähigkeit ist daher rund 40 v. H. größer als bei den längsten derzeit von Dampflokomotiven beförderten Stadtbahnzügen. Bei schwachem Verkehr können die elektrisch betriebenen Zehnwagenzüge in einfacher Weise geteilt und der Fahrplan mit Halbzügen erledigt werden. Jeder Triebwagen enthält zwei Drehgestelle, von denen eins (Bild 2) mit zwei Gleichstrommotoren der Siemens-Schuckertwerke Bauart G. B. M. 1620 ausgerüstet ist. In einem Ganzzuge sind acht solcher Motoren mit einer Stundenleistung von je 170 kW (230 PS) eingebaut. Als größte Fahrgeschwindigkeit war 72 km/h vorgeschrieben. Diese ist auf den Probefahrten mit dem elektrischen Zuge der Siemens-Schuckertwerke noch überschritten worden.

Die Fahrleitung besteht aus einer neben den Fahrschienen höher verlegten und von drei Seiten mit Holz verschalten 3. Schiene, die durch Stromabnehmer (Bild 3) von unten bestrichen wird. Zwei solcher Stromabnehmer sind in der Nähe der Führerstände an beiden Seiten des Drehgestelles befestigt. Jeder Ganzzug ist demnach mit acht Stromabnehmern ausgerüstet.

Der Führerstand nimmt nur den Raum von zwei Sitzplätzen ein und enthält außer dem Führerschalter noch einige Meßapparate und die Hebel zur Betätigung der Luftdruckbremse. Die Steuerung ist so eingerichtet, daß zwecks Ingangsetzung des Zuges der Führerschalter im vorderen Triebwagen auf die gewünschte Fahrstellung gestellt wird, wonach die weiteren Fahrstufen selbsttätig geschaltet werden.

Bei den ersten Fahrten wurde festgestellt, daß die Fahrzeit vom Stettiner Bahnhof in Berlin bis Bernau, die beim alten Dampflokomotivbetrieb 46 Minuten betrug, bei Durchführung des elektrischen Betriebes mit den neuen Triebwagenzügen um $^1/_4$ gekürzt werden kann.

Die bisherigen Versuchsfahrten haben weiter gezeigt, daß außer der schnelleren und angenehmeren Beförderung der Reisenden eine erhebliche Verdichtung der Zugfolge möglich ist, mit der auf lange Zeit dem Verkehrsandrange auf den Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen entsprochen und gleichzeitig an Betriebskosten gespart werden kann.

A. B.

Hochspannungsschutz normaler Fernsprechleitungen bei Verbindung mit einer am Hochspannungsgestänge geführten Betriebs-Fernsprechanlage.

Von Ingenieur Emil Fischer,
Telegraphenabteilung, Siemens & Halske A.-G.

Nachdem die Überlandwerke in großem Umfange dazu übergegangen sind, eigene Fernsprechanlagen zu errichten, wobei die erforderlichen Leitungen aus wirtschaftlichen Gründen am Hochspannungsgestänge mitverlegt werden[1]), tritt häufig die Notwendigkeit auf, auch die manchmal in beträchtlicher Entfernung vom Hochspannungsgestänge liegenden Dienststellen, Monteurwohnungen usw. an die Betriebs-Fernsprechanlage mit anzuschließen. Da es sich hierbei nicht vermeiden läßt, daß diese Fernsprech-Abzweigleitungen auf ihrem Wege durch Ortschaften geführt werden und dabei Reichs-Telegraphen- und Fernsprechleitungen kreuzen, so mußte man darauf bedacht sein, die Abzweigleitungen gegen den Übertritt von Hochspannung zu schützen. Den langjährigen Bemühungen der Siemens & Halske A.-G. ist es gelungen, eine Schutzeinrichtung zu schaffen, die allen Ansprüchen genügt.

Das Wesentliche dieser patentierten Hochspannungs-Schutzeinrichtung ist, abgesehen von einer zweckmäßigen Zusammenstellung von Spannungs- und Schmelzsicherungen, die Anwendung eines Isoliertransformators.

Nach eingehenden Spannungs- und Belastungsprüfungen, und zwar mit Stromstärken bis zu 175 A bei 60 000 V, 50 Per., hat das Reichspostministerium unter dem 26. Januar 1923 — II a. F. 2301 — folgende Verfügung an die Oberpostdirektionen und das Telegraphentechnische Reichsamt erlassen:

„Die von der Siemens & Halske A.-G. ausgebildete, in den Anlagen beschriebene Schutzeinrichtung, die der in der Verfügung vom 22. März 1917, II H 309, beschriebenen Anordnung derselben Firma in den Grundzügen entspricht, ist vom Telegraphentechnischen Reichsamt mit einer Spannung von 60 000 V geprüft worden und hat sich dabei als einwandfrei erwiesen. Die Oberpostdirektionen werden daher ermächtigt, die Verwendung des neuen Schutztransformators von Siemens & Halske in den genannten Fällen bei Spannungen bis 60 000 V zuzulassen. Voraussetzung ist, daß der Unternehmer folgende Bedingungen anerkennt:

1. der Schutztransformator und die Zusatzapparate sind gemäß der Zeichnung zu schalten,
2. sämtliche Erdverbindungen sind wie Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen im Sinne der Leitsätze des Verbandes deutscher Elektrotechniker herzustellen und zu unterhalten,
3. der Unternehmer ist für die dauernde ordnungsmäßige Beschaffenheit und Unterhaltung der Schutztransformatoren und der Zusatzapparate verantwortlich.

Sofern diese Schutzeinrichtung auch für Leitungen benutzt werden soll, die an Hochspannungsanlagen mit mehr als 60 000 V Spannung geführt sind, ist nach näherer vom Telegraphentechnischen Reichsamt einzuholender Auskunft noch der Nachweis zu erbringen, daß sie den zu stellenden Anforderungen genügt. Gegen die fernere Verwendung der in der Anlage zur Verfügung vom 22. März 1917, II H 309, beschriebenen Schutzeinrichtungen der Süddeutschen Telephon-Apparate, Kabel- und Drahtwerke A. G. in Nürnberg und der Firma Siemens & Halske A.-G. Wernerwerk (erstere für Spannungen bis 15 000 V und letztere bis 30 000 V) bestehen keine Bedenken."

Die Anordnung der hiernach vom RPM für Fernsprechanlagen, deren Leitungen auf einem Hochspannungsgestänge bei Spannungen bis zu 60 000 V verlegt sind, allgemein zugelassenen Hochspannungs-Schutzeinrichtung ist aus Bild 1 ersichtlich.

Sie besteht, wie Bild 2 zeigt, aus:

1. zwei einpoligen Hochspannungs-Abschmelzsicherungen, isoliert für die Betriebsspannung des Hochspannungsnetzes,
2. einem Grobspannungsschutz mit vorgeschalteten einpoligen Trennschaltern auf einer hochisolierten Grundplatte, bestehend aus einem kräftigen Gußeisengehäuse mit eingesetztem Steatitkörper zur Aufnahme zweier massiver Innenelektroden. Der Deckel der Grobschutzeinrichtung

[1]) Siemens-Zeitschrift Juli 1923, Heft 7.


Digitized by Google

ist als Erdelektrode ausgebildet. Der Abstand zwischen Innen- und Erdelektrode wird durch Einlegen eines entsprechenden Drahtringes fest eingestellt, so daß eine Ansprechempfindlichkeit zwischen 3000 bis 3500 V sichergestellt ist. Für den Erdanschluß ist ein einzölliges Gewinde vorgesehen, das auf die geerdete Metallgrundplatte aufgeschraubt wird. Die Vorzüge dieser Ausführung sind vor allem die leichte und unbedingt sichere Einstellung des Elektrodenabstandes und die günstige Form der Elektroden, die genügend dick gehalten sind, so daß sie nicht abschmelzen können und der aus dem Gehäusedeckel gebildeten Erdelektrode mit großen Flächen gegenüberstehen.

3. einer Sicherungseinrichtung mit Schutzkappe aus Isolierstoff, enthaltend:

zwei Hochspannungs-Schmelzsicherungen mit auswechselbaren Schmelzeinsätzen für 5000 V und für 8 A (Schmelzdraht von 0,2 mm Durchmesser aus Reinsilber),

zwei Plattenfunkenstrecken (etwa 400 bis 600 V), gegen Erde geschaltet,

zwei Luftleerpatronen.

4. einem Schutztransformator.

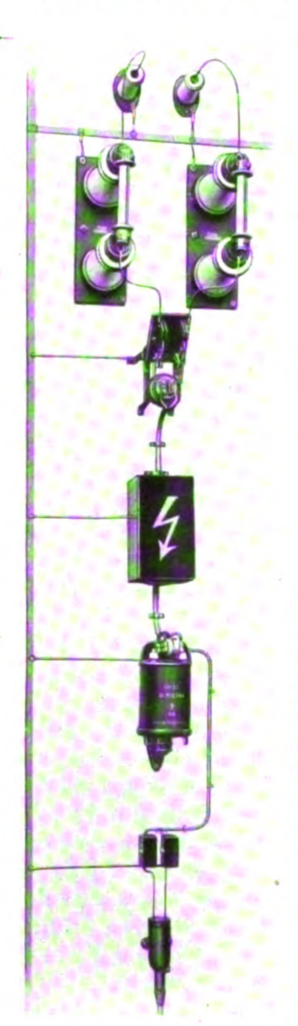


Bild 1. Hochspannungsschutz-System nach Reichspostvorschrift.

Dieser besteht aus einem runden Eisengehäuse, auf dessen Deckel zwei Porzellanklemmen zum Anschließen der durch Hochspannung gefährdeten Fernsprechleitung und drei gleiche Klemmen für die geschützte Leitung (und die Schutzerdung) so angeordnet sind, daß sich zwischen den beiden Klemmengruppen ein am Gehäusedeckel angegossener Metallwulst befindet, durch den das Überschlagen der Spannung von der Oberspannungs- zur Unterspannungsseite verhindert wird. Im Innern des Gehäuses befindet sich ein rechteckig geformter, geschlossener Eisenkern von quadratischem Querschnitt, der aus einzelnen magnetisch isolierten, dünnen Dynamoblechen zusammengesetzt und mit dem Gehäuse metallisch verbunden ist.

Auf den zwei längeren Schenkeln des Eisenkerns sitzen je zwei übereinanderliegende Spulenhülsen aus hochwertigem Isolierstoff (Pertinax), auf welche die beiden Wicklungen symmetrisch je zur Hälfte verteilt sind. Der vollständige Kern mit Spulenhülsen und Wicklung wird im Vakuum mit flüssiger Isoliermasse getränkt und der nach Einführung in den Gehäusetopf übrigbleibende Hohlraum mit Isoliermasse vollständig ausgefüllt. Das Gehäuse erhält eine kräftige Klemmschraube zum Herstellen der Erdverbindung.

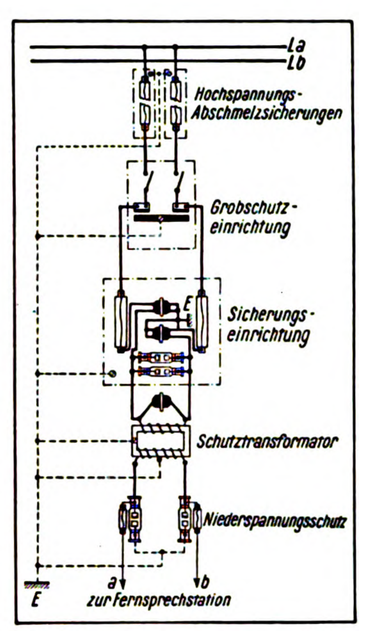


Bild 2. Hochspannungsschutz-System nach Reichspostvorschrift.

Um Ladungserscheinungen auf der Unterspannungsseite unschädlich zu machen, ist der Mittelpunkt der Unterspannungswicklung zu einer besonderen dritten isolierten Klemme geführt, die mit dem geerdeten Gehäusekörper verbunden wird. Die Überschlagsspannung der Porzellanklemmen gegen den Gehäusekörper beträgt bei vollkommen reiner und trockener Oberfläche etwa 9000 bis 10 000 V. Die an diese Klemmen angeschlossenen Wicklungen können daher keinesfalls eine höhere Spannung erhalten, sind aber zur Sicherheit für 30 000 V isoliert.

5. einer Niederspannungs-Schutzeinrichtung, bestehend aus zwei Luftleerpatronen und aus zwei Feinsicherungen für 0,3 A.

Um bei Kurzschluß auf der Unterspannungsseite eine zu hohe Stromentnahme auf der Oberspannungsseite zu vermeiden, werden die Unterspannungsleitungen durch vorgeschaltete Feinsicherungen von 0,3 A gesichert. Diese Feinsicherungen werden noch mit Luftleerblitzableitern verbunden, die bei angeschlossenen Fernleitungen einen guten Schutz der Wicklung gegen atmosphärische Entladungen bieten.

Eingehende Prüfungen und oszillographische Aufnahmen haben gezeigt, daß der Transformator einschließlich der auf seiner Oberspannungs- und Unterspannungsseite angeordneten Sicherungen für alle möglichen Betriebsfälle (auch bei direktem Stromübergang) einen ausreichenden Schutz bietet und daß auf der Unterspannungsseite weder durch induktive noch durch statische Übertragung höhere Spannungen als 200 V auftreten.

Elektrische Heißwasserspeicher.

Mitteilung der Siemens Elektrowärme-Gesellschaft m. b. H., Sörnewitz b. Meißen.

Durchlauferhitzer und Heißwasserspeicher dienen zur Erzeugung größerer Mengen Heißwassers für Gebrauchszwecke. Beim Durchlauferhitzer muß in kurzer Zeit die durchfließende Wassermenge auf hohe Temperatur gebracht werden, was oft zur Folge hat, daß sich bei kleinen Apparaten, wie sie vielfach im Haushalt verwendet werden,

Digitized by Google

in den hochbeheizten Durchlaufröhren Kesselstein ansetzt, welcher die Durchflußmenge des Wassers verringert, wodurch die Heizelemente infolge Überhitzung zerstört werden können.

Anders liegen die Verhältnisse beim Heißwasserspeicher. Hier wird der Inhalt bei einem verhältnismäßig geringen Anschlußwert in mehreren Stunden auf die gewünschte Temperatur hochgeheizt. Diese Apparate, die gewöhnlich mit einem Temperaturregler ausgerüstet werden, welcher der zu beheizenden Flüssigkeit nur so viel elektrische Arbeit zuführt, als zur Erhaltung der gewünschten Temperatur notwendig ist, eignen sich besonders zur Ausnutzung niedriger Nachttarife.

Bei der Heißwasserbereitung nach dem Speicherprinzip wird während der Nachtstunden das Wasser auf die gewünschte Temperatur aufgeheizt und steht dann während des Tages zur Verfügung.

Bei der normalen Ausführung der Heißwasserspeicher »Siemens« (Bild 1) ist der zylindrische Wasserbehälter aus verzinntem Kupfer gefertigt und für einen Betriebsdruck von 2 at gebaut. Zum Schutz gegen Wärmeverluste ist er von einer sehr starken Isolation aus Korkschrot umgeben. Der Außenmantel ist elfenbeinweiß

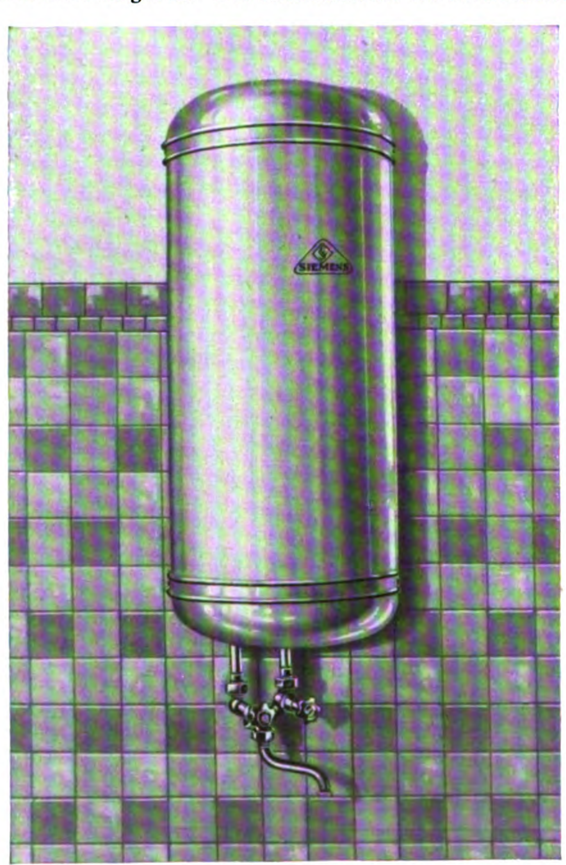


Bild 1. Außenansicht.

lackiert und an seiner Innenseite wegen des auftretenden Schwitzwassers mit einem Rostschutzanstrich versehen.

Die Heizeinrichtung (Bild 2) besteht aus 2 Flachrohrtauchsiedern, die in Heiztaschen liegen und infolgedessen auch bei gefülltem Wasserbehälter ausgewechselt werden

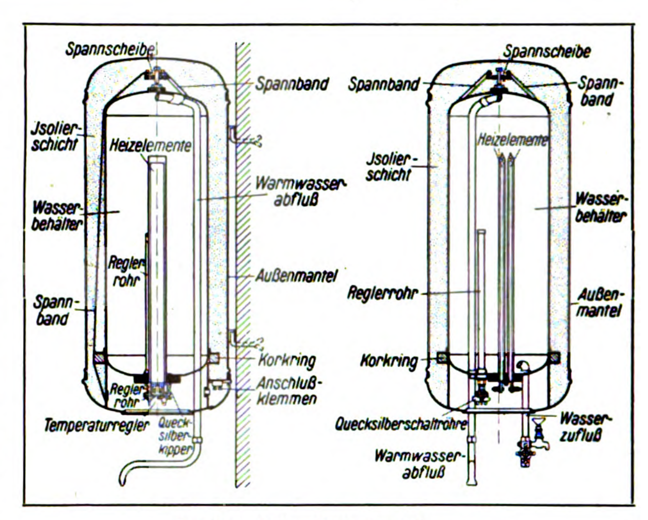


Bild 2. Die Heizeinrichtung.

können. Der Einbau in die Heiztaschen hat auch den Vorteil, daß durch das Arbeiten (Ausdehnen bei Erwärmung und Zusammenziehen bei Abkühlung) der Heizkörper der Befestigungsflansch nicht gelockert und dadurch der Wasserbehälter undicht wird. Die Heizelemente und der Temperaturregler sind von unten her so in den Heißwasserspeicher eingebaut, daß sie leicht zugänglich sind.

Der selbsttätige Temperaturregler schaltet den Strom aus, sobald die gewünschte Temperatur erreicht ist, und wieder ein, wenn diese infolge natürlicher Abkühlung oder Zuströmens von Frischwasser unterschritten wird. Die Betätigung der Quecksilberschaltröhre erfolgt unmittelbar durch das wärmeempfindliche Element, ohne Zuhilfenahme eines Relais. Der Einbau des selbsttätigen Temperaturreglers drückt den Stromverbrauch auf ein Mindestmaß herab und schließt die Gefahr des Überhitzens aus. Normal wird eine Temperatur von 85° C eingestellt.

Bei den drei Speichermodellen mit einem Inhalt von 15, 50 und 100 Litern dauert das Anheizen 8 Stunden bei einer Nennaufnahme von 250 bzw. 650 bzw. 1200 Watt oder 4 Stunden bei den doppelten Werten der aufgeführten Nennaufnahmen.

Die Heißwasserspeicher können ohne weiteres an Gleich- oder Wechselstrom, einphasig auch an Drehstrom angeschlossen werden. Durch einen Regelschalter sind die beiden Heizkörper einzeln, parallel oder in Reihe zu schalten, wodurch die Heizleistung verlustlos regelbar ist. Die Wasserentnahme erfolgt in der Weise, daß das von unten her einströmende kalte Wasser das warme durch das Überlaufrohr hinausdrückt. Der Speicher bleibt somit dauernd mit Wasser gefüllt; eine Gefahr der Überhitzung besteht also für die Heizkörper nicht.

Die vielseitige Verwendungsmöglichkeit des Speichers macht ihn geeignet zum Gebrauch für Wasch- und Badezwecke im Haushalt, in Hotels, Krankenhäusern, bei Ärzten, Friseuren, in der Industrie und im Gewerbe. Auch zur Bereitung von heißem Wasser für Speisezwecke läßt er sich verwenden, da der innere Wasserbehälter aus verzinntem Kupfer hergestellt ist. Es ist von großem Vorteil, wenn in der Küche stets heißes Wasser zur Verfügung steht; es können bei vielen Speisen und allen heißen

Digitized by Google

Getränken die Kochzeiten durch die Verwendung vorgewärmten Wassers bedeutend abgekürzt werden, was nicht nur eine Ersparung an Heizmaterial und Arbeitszeit bedeutet, sondern auch eine Entlastung bei der Arbeit in der Küche mit sich bringt. Ebenso können Heißwasserspeicher in Schlaf- und Ankleidezimmern mit Vorteil Verwendung finden.

Nimmt man den täglichen Bedarf einer 5köpfigen Familie mit 25 l Wasser von 85° C an, zu dessen Bereitung (einschließlich der Speicherverluste) etwa 3,5 kWh erforderlich sind, so beträgt bei einem kWh-Preis von 10 Pfennigen die monatliche Ausgabe ungefähr 10 Mark.

Zur Herstellung eines Wannenbades wird gewöhnlich eine Wassermenge von 200 l mit einer Temperatur von etwa 30° C benötigt. Beträgt nun die Temperatur des Frischwassers 10° C, so sind bei Berücksichtigung der Abkühlverluste diesen 200 l etwa 5000 WE zuzuführen, um auf die gewünschte Badetemperatur zu kommen. Diesen 5000 WE entspricht eine elektrische Arbeit von ungefähr 6 kWh.

Viele Elektrizitätswerke sind während der Nachtstunden nur ungenügend ausgenutzt. Da aber der Besitzer der Anlage das Bestreben hat, auch während der Nacht Arbeit zu verkaufen, wird der Strompreis während der Nachtstunden infolge der geringeren Nachfrage entsprechend niedriger bemessen werden können als am Tage. Es wird also der Stromverbraucher an der Ausnutzung des zur Verfügung stehenden billigen Stromes interessiert sein und mit Vorteil die billige Nachtenergie für die Zeiten teueren Stromes in Form von Wärme aufspeichern.

Bei der Wahl zwischen elektrischen Wasserkochern (Heißwasserkannen) und dem Heißwasserspeicher wird folgende Überlegung von ausschlaggebender Bedeutung sein können.

Die Speicherung des heißen Wassers ist mit Wärmeverlusten (Verlusten an elektrischer Arbeit) verbunden, die bei Verwendung von direkt beheizten Kochgefäßen nicht auftreten. Soll also der Verbraucher mit dem Heißwasserspeicher nicht teurer arbeiten als mit dem elektrischen Kochtopf, so muß von den Elektrizitätswerken, denen an der für den Spitzenausgleich vorteilhaften Belastung durch Speicherapparate gelegen ist, ein Rabatt — erfahrungsgemäß mindestens 30 v. H. — auf den Tagestarif gewährt werden.

Die Anschlußwerte (höchste Leistungsaufnahme eines Gerätes), die bei Heiz- und Kochapparaten bedeutend höher sind als bei Beleuchtungskörpern, können naturgemäß nicht beliebig gesteigert werden, da die vorhandenen Querschnitte der Leitungen, die früher nur für elektrische Beleuchtung berechnet waren, sehr bald nicht mehr ausreichen würden. Neben der Möglichkeit, billige Nachtenergie auszunutzen, bietet also die Wärmespeicherung noch den Vorteil erhöhter Arbeitsaufnahme für Heiz- und Kochzwecke bei kleineren Leitungsquerschnitten, da infolge der verlängerten Anheizzeit die Anschlußwerte erheblich heruntergedrückt werden können.

Es ist zu erwarten, daß mit dem weiteren Ausbau der zur Verfügung stehenden Wasserkräfte und der Errichtung von Kohlenkraftwerken die Verbreitung der elektrisch beheizten Haushaltapparate, insbesondere der auf dem Wärmespeicherungsprinzip beruhenden, immer mehr zunehmen wird.

Röntgen- und elektromedizinische Apparate für Krankenhäuser.

Die Siemens & Halske A.-G. hat in der letzten Zeit mehrere größere Krankenhäuser und Universitätskliniken mit Röntgen- bzw. elektromedizinischen Apparaten ausgerüstet. U. a. wurde im Krankenhaus Kemperhof in Koblenz ein großer Diagnostikapparat (mit rotierendem Hochspannungsgleichrichter) mit Siemens-Universalstativ, ferner für Röntgen-Tiefentherapie ein Multivoltapparat (mit zwei sekundär in Reihe geschalteten Öltransformatoren und rotierendem Hochspannungsgleichrichter) für die gleichzeitige Bestrahlung zweier Patienten aufgestellt. Die beiden Röntgenröhren sind zum Schutze des Bedienungspersonals gegen Röntgenstrahlenschädigung und Hochspannung in je einem Siemens-Bestrahlungskasten untergebracht. Zum Messen der Röntgenstrahlendosis wird der Siemens-Röntgendosismesser benutzt. Außer Lichtbädern und einem Vierzellenbad lieferte die Firma noch einen Diathermieapparat mit allem Zubehör, sowie einen Elektrokardiographen. Das mustergültig eingerichtete Krankenhaus wurde im Juli in Anwesenheit der städtischen und staatlichen Behörden und im Beisein von Vertretern der Firma feierlich eröffnet.

Für das Rotschild-Krankenhaus in Jerusalem lieferte die Firma vollständige Röntgeneinrichtungen für Therapie und Diagnostik, und zwar einen Stabilivolt genannten Großtherapieapparat für Zweiröhrenbetrieb, der eine kontinuierliche, praktisch konstante Gleichspannung erzeugt. Ferner einen Multivolt (für Therapie und auch für Diagnostik), einen Universal-Röntgenapparat (für Diagnostik und Therapie geeignet), eine bewegliche Blende nach Dr. Bucky für Röntgenaufnahmen, sowie einen Siemens-Röntgendosismesser zur Messung und ständigen Kontrolle der Röntgenstrahlen-Dosis.

EINGESANDTE BÜCHER

(Ausführliche Besprechung einzelner Bücher vorbehalten.)

Der elektrische Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn. Beiträge mit Benutzung amtlicher Quellen von Mitarbeitern im Bau und Betrieb der elektrischen Zugförderung der Deutschen Reichsbahn. Herausgegeben von Wilhelm Wechmann, Ministerialrat im Reichsverkehrsministerium. Verlag R. Otto Mittelbach (Rom-Verlag), Berlin-Charlottenburg 5. 1924. 462 Seiten, 662 Abbildungen. Preis: gebunden M 65,—.

Die Einführung der elektrischen Zugförderung auf den deutschen Reichsbahnen wurde nach dem Kriege durch den Mangel an hochwertigen Kohlen, die zum Heizen der Dampflokomotiven erforderlich sind, gewaltig gefördert. Die Reichsbahn ging zielbewußt mit dem Ausbau des schlesischen und des Halleschen Netzes, die sich auf die Ausbeutung der geringwertigen Kohlen dieser Gegenden stützen, und des bayerischen Netzes, das die Wasserkräfte

Digitized by Google

Bayerns ausnutzt, vor. Leider fehlte eine Veröffentlichung, die das bisher Geleistete und Erstrebte den Fachleuten und der breiten Öffentlichkeit vor Augen führte. Diese Lücke füllt das vorliegende Buch aus. Herr Ministerialrat **Wechmann** hat sich in dankenswerter Weise der Mühe unterzogen, im Verein mit den berufenen Fachmännern der Reichsbahnverwaltung ein Bild des derzeitigen Standes der Elektrisierung bei der Deutschen Reichsbahn vor unseren Augen entstehen zu lassen.

In den ersten Abschnitten lernen wir die Bahnkraftwerke kennen, die zur Ausnutzung der Energie der Braunkohle und der minderwertigen Steinkohle geschaffen wurden. Ferner die Wasserbauten der bayerischen Kraftwerke am Walchensee, der mittleren Isar usw. mit ihren gewaltigen Maschinen, die Fernübertragungsleitungen des Bahnkörpers, die bereits bei 110 000 V Spannung angelangt sind, die Unterwerke, die auf die Fahrleitungsspannung von 15 000 V umformen und die Fahrleitungen über den Gleisen.

Die nächsten Abschnitte sind den Lokomotiven gewidmet. Wir erhalten Einblick in die Grundsätze, nach denen die Reichsbahn die Lokomotiv-Typen für ihren Bedarf auswählt und lernen den Park der bestehenden und in der Ausführung begriffenen Lokomotiven kennen. Wir erfahren die Bemühungen der Konstrukteure, eine möglichst große Motorleistung in die durch Achsdruck und Bahnprofil beengten Fahrzeuge einzubauen und Bauarten zu entwickeln, die dem rauhen Bahnbetrieb dauernd gewachsen sind. Der Fahrgast wird mit Behagen von den Fortschritten der elektrischen Heizung der Züge Kenntnis nehmen, bei der auch der letzte Wagen des Zuges noch seine volle Wärme bekommt. Weiter wird die Betriebsführung mit den elektrischen Lokomotiven geschildert; in einem besonderen Abschnitt auch die Beeinflussung der Fernmeldeleitungen durch den Bahnbetrieb.

In den nächsten Abschnitten wird sodann ausführlich die Elektrisierung der Berliner Stadtbahn behandelt, die verkehrstechnischen Gründe, welche die Elektrisierung herbeiführten, die Einrichtungen der Energiezufuhr, der Fahrschienenanlage und der Triebwagen. Die Berliner Stadtbahn wird mit Gleichstrom betrieben, während sich auf der im Anschluß hieran beschriebenen Hamburger Vorortbahnstrecke Blankenese — Poppenbüttel, die bereits seit über einem Jahrzehnt ununterbrochen im Betriebe ist, der Wechselstrom behauptet hat.

Einen ausgedehnten Raum nimmt ferner die Darstellung der Instandsetzungswerkstätten für die elektrischen Lokomotiven und ihre Einrichtungen ein. Meist wird von diesen Dingen wenig geschrieben und gesprochen, und doch sind es gerade gute Instandsetzungswerkstätten, die zur Erzielung geringer Betriebskosten und dadurch zur Einführung des elektrischen Betriebes wesentlich beitragen. Die Darstellungen zeigen, daß die Reichsbahn dabei ist, in großzügiger Weise neuzeitlich ausgerüstete Sonderwerkstätten für die Betriebsunterhaltung der elektrischen Lokomotiven zu schaffen.

Ein Abschnitt über die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Zugbetriebes im Vergleich mit dem Dampfbetrieb der Reichsbahn beschließt das Buch. Er zeigt, daß die Anlagekosten der elektrischen Zugförderung aus den Ersparnissen an Betriebskosten gegenüber dem Dampfbetrieb angemessen verzinst werden.

Der Leser aus den Kreisen der SSW bemerkt allenthalben beim Lesen des Buches an der Erwähnung oder an Abbildungen von Erzeugnissen der SSW die rege Mitarbeit der SSW an den Aufgaben, welche die Elektrisierung der Reichsbahn stellt. G.

Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete. Gemeinsam mit W. **Blaschke**, Hamburg, M. **Born**, Göttingen, C. **Runge**, Göttingen, herausgegeben von R. **Courant**, Göttingen. Band XI: **Vorlesungen über numerisches Rechnen** von C. **Runge** und H. **König**. Verlag Julius Springer, Berlin, 1924. 372 Seiten, 13 Abbildungen. Preis: geheftet M 16,50, gebunden M 17,70.

Der wissenschaftlich arbeitende Ingenieur steht immer der Aufgabe gegenüber, den Ansatz eines physikalischen oder technischen Problems bis zum numerischen Ergebnis durchführen zu müssen. Dabei treten oft Aufgaben der numerischen Rechnung an ihn heran, deren Lösung mit Hilfsmitteln der Schulmathematik entweder nicht möglich oder außerordentlich umständlich sind. So wird z. B. derjenige, der bei der Lösung einer Gleichung dritten Grades nur die berüchtigte Cardanische Formel kennt, erstaunt sein über die einfachen Verfahren, die **Runge** in dem vorliegenden Werke zur Lösung nichtlinearer Gleichungen angibt. Das Buch enthält die Vorlesungen über numerisches Rechnen, wie sie der eine der beiden Verfasser seit einer Reihe von Jahren an der Universität Göttingen hält. Für den Elektrotechniker ist besonders die ausführliche Darstellung der harmonischen Analyse empirischer Funktionen und die numerische Integration von Differentialgleichungen von Wichtigkeit. Aus dem weiteren Inhalt sei angeführt:

Das Rechnen und seine Hilfsmittel, lineare Gleichungen, Ausgleichsrechnung, ganze rationale Funktionen, das Rechnen mit unendlichen Reihen, Gleichungen mit einer Unbekannten, Gleichungen mit mehreren Unbekannten, Annäherung willkürlicher Funktionen durch Reihen gegebener numerischer Integration und Differentiation, numerische Integration von gewöhnlichen Differentialgleichungen. — Jedes Kapitel wird durch eine Reihe gut gewählter Aufgaben ergänzt, deren Lösungen in einem Anhang gegeben werden. P.

Vom 22. September bis 5. Oktober findet in **Seddin** (an der Berlin—Beelitzer Vorortbahn) die vom VDJ und der Reichsbahn veranstaltete

Eisenbahntechnische Ausstellung

statt, auf die wir unsere Leser ganz besonders aufmerksam machen.

In der Ausstellung werden u. a. 120 Lokomotiven (Elektrische, Kolbendampf-, Turbo-, Diesel-, Sauggaslokomotiven, Triebwagen usw.) sowie 150 Personen- und Güterwagen der verschiedensten Art gezeigt. Ein großer Teil der Lokomotiven wird unter Strom und Dampf vorgeführt.

Verantwortlicher Schriftleiter: Dipl.-Ing. Fr. Heintzenberg, Charlottenburg.
Gedruckt bei Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68, Kochstraße 68—71.


Digitized by Google

SIEMENS-ZEITSCHRIFT

SIEMENS & HALSKE
SIEMENS-SCHUCKERT

SCHRIFTLEITUNG: LITERARISCHES BUREAU DER SIEMENS-SCHUCKERTWERKE

10. HEFT • BERLIN / OKTOBER 1924 • JAHRGANG 4

Städte-Lichtrufeinrichtung für Fernsprechanlagen

Von Ingenieur Gustav Schmidt, Telegraphen-Abteilung der Siemens & Halske A.-G.

In neuester Zeit sind die akustischen Signalanlagen immer mehr durch optische verdrängt worden, weil diese geräuschlos und doch sicher arbeiten. Als Anzeigevorrichtung werden Glühlampen benutzt. Durch geeignete Anordnung oder Färbung ist es möglich, die verschiedensten Signale zu geben. Solcher Lichtrufanlagen bedient man sich besonders in Verbindung mit Fernsprechanlagen.

In einem Unternehmen des Handels oder der Industrie, das einen regen Sprechverkehr nach anderen Orten hat, wird man darauf Bedacht nehmen, die Ausgaben für die Ferngespräche möglichst herabzusetzen. In vielen Fällen, z. B. bei Banken, kommt es vor, daß in einem Raume (Devisenbureau) mehrere Personen beschäftigt sind, denen wiederum mehrere Fernsprechapparate — mit Anschluß an einen Fernsprech-Vermittlungsschrank des Unternehmens — zur Erledigung ihres Telephonverkehrs zugewiesen sind. Beim Eingang eines Ferngesprächs wird erheblich an der Gesprächsdauer — nach der sich die Höhe der an die Post zu zahlenden Gebühren richtet — gespart, wenn sich sogleich die Person, die mit dem betreffenden Orte zu tun hat, an den Apparat begibt. Um dies zu erreichen, muß die Bedienungsperson der meistens vom Devisenbureau entfernt liegenden Zentrale auf

Hamburg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Berlin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Frankfurt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Bild 1. Lichtruftafel älterer Ausführung.

irgendeine Weise den Namen des fernen Ortes bekanntgeben. Das naheliegendste ist eine Lautfernsprechanlage. Die Telephonistin ruft in ihr Lautsprech-Mikrophon z. B. hinein „Hamburg kommt auf Apparat 5". Ob aber die Personen im Devisenraum dies hören, ist fraglich. Oft

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H ●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
B ●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
F ●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Bild 2. Drucktastenplatte für Tafel in Bild 1.

wird das Stimmengewirr — besonders bei regem Sprechverkehr — das Ansagen übertönen. Mithin kann nur eine optische Signalanlage vollen Erfolg haben. Im Devisenraum wird eine Lichtruftafel (Bild 1) aufgestellt. Im gegebenen Augenblick leuchten der Name der Stadt und die Apparatnummer auf.

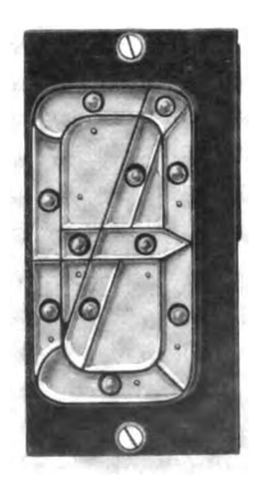


Bild 3. Lampensystem, geöffnet.

Wenn also 10 Apparate vorhanden sind und drei Städte angekündigt werden sollen, hat die Ruftafel drei Reihen von Lichtkammern, jede Reihe wiederum eine größere Kammer für die Städtebezeichnung und 10 für die Leitungszahlen. Die Bedienungsperson in der Zentrale schaltet die Glühlampen zum Beleuchten der Bezeichnungen mit Hilfe eines dort aufgestellten Kästchens mit Druckknöpfen (Tasten) ein, wie sie im Fernsprechbetrieb üblich sind. Jede Lampe in der Ruftafel wird durch Nieder-

Digitized by Google

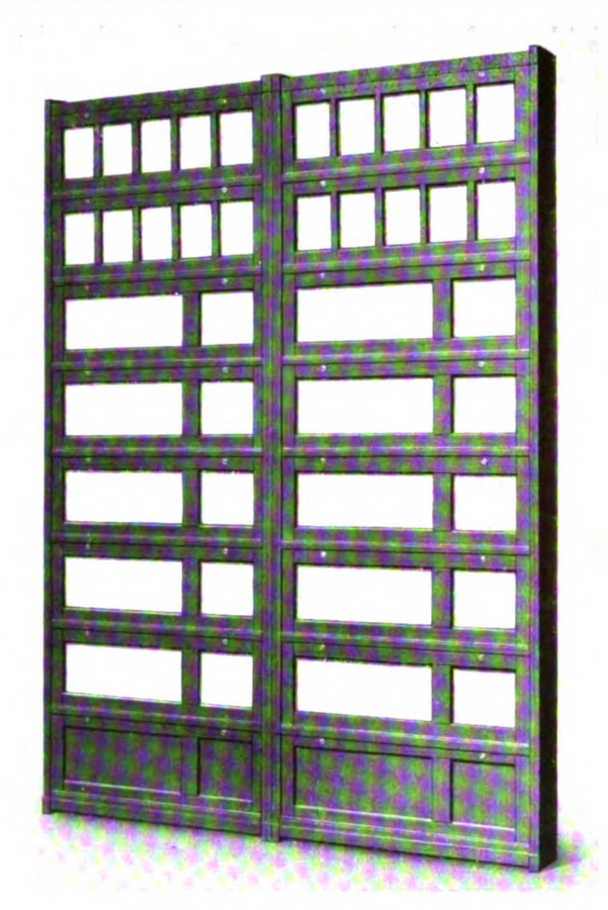




Bild 4. Lichtruftafel in Ruhe.

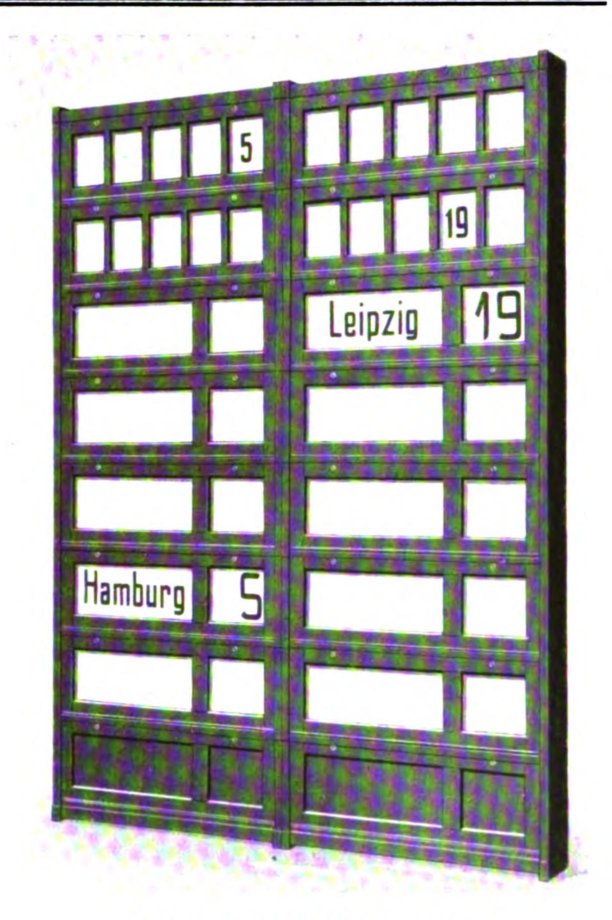
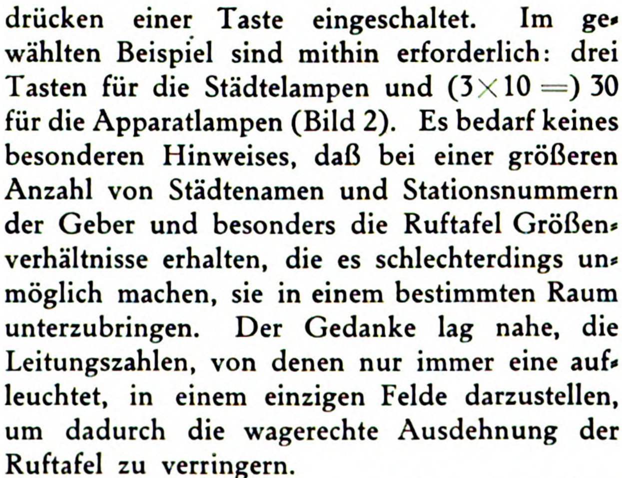


Bild 5. Lichtruftafel in Betrieb.



drücken einer Taste eingeschaltet. Im gewählten Beispiel sind mithin erforderlich: drei Tasten für die Städtelampen und (3×10 =) 30 für die Apparatlampen (Bild 2). Es bedarf keines besonderen Hinweises, daß bei einer größeren Anzahl von Städtenamen und Stationsnummern der Geber und besonders die Ruftafel Größenverhältnisse erhalten, die es schlechterdings unmöglich machen, sie in einem bestimmten Raum unterzubringen. Der Gedanke lag nahe, die Leitungszahlen, von denen nur immer eine aufleuchtet, in einem einzigen Felde darzustellen, um dadurch die wagerechte Ausdehnung der Ruftafel zu verringern.

Die Firma Siemens & Halske hat diese Aufgabe gelöst, indem sie in einer Lichtkammer mehrere Glühlämpchen unterbringt. Diese Lampen werden so angeordnet, daß beim Aufleuchten bestimmter Lampen das Bild einer Zahl auf einer Glasscheibe erscheint. Bild 3 zeigt die Vorderansicht eines solchen Lampensystems. In Bild 4 ist eine Ausführung der Ruftafel dargestellt.

Wie die angekommenen Ferngespräche im Devisenbureau kenntlich gemacht werden, läßt Bild 5 erkennen. Die oberen beiden Lampenfelder dienen dazu, die normalen Anruflampen unterzubringen, die die Anrufwecker ersetzen. Darunter ist die eigentliche Städte-Lichtrufeinrichtung angebracht. Es liegen zwei Ferngespräche vor: aus Hamburg auf der Leitung 5 und aus Leipzig auf der Leitung 19. Da hier die Anzahl der Leitungen mehr als 9 (einstellige Zahl) beträgt, müssen für die zweistelligen Zahlen zwei Lampensysteme eingebaut werden. Bild 6 stellt die Ruftafel in teilweise geöffnetem Zustande dar. Für die normalen Anruflampen (oben) und die Städtenamen werden Soffittenlampen benutzt, und zwar für den Anruf eine weiße und für den Namen drei weiße und drei rote. Neben den Städtelampen sind die beiden Lampensysteme erkennbar. Mit dem linken System wird die Zehnerreihe, mit dem rechten die Einerreihe der Leitungszahlen dargestellt.

Von dem zugehörigen Geber zeigen die Bilder 7 und 8 zwei Ausführungsformen. Jeder Geber

Digitized by Google

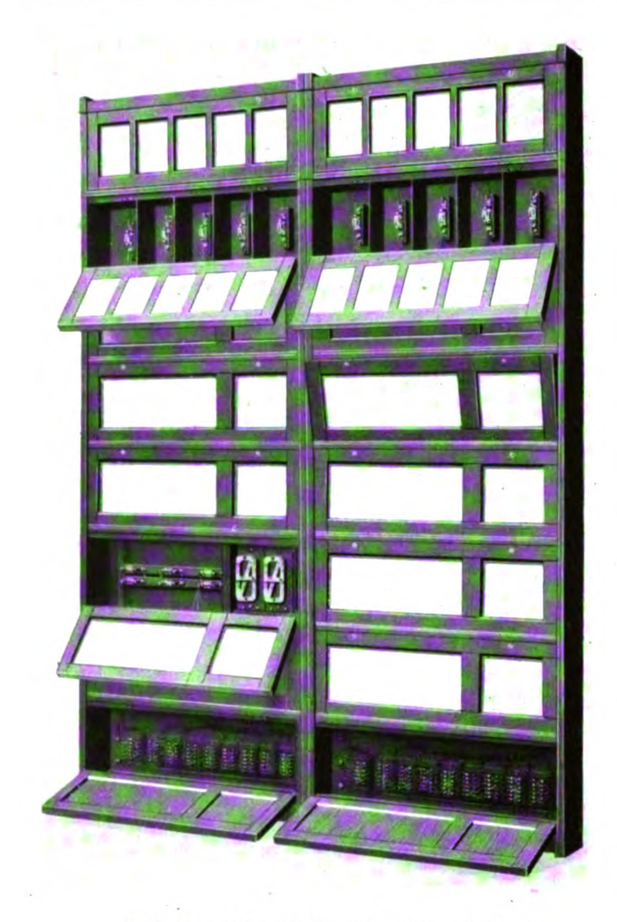


Bild 6. Lichtruftafel teilweise geöffnet.

enthält so viele Tasten, wie Städte zu signalisieren sind. Mit Hilfe eines Nummernschalters, wie er von der automatischen Telephonie her bekannt ist, werden die Leitungszahlen eingestellt. Jeder Taste ist noch eine Lampe zugeordnet, die anzeigt, ob das System der betreffenden Stadt frei ist. Mit dem Geber Bild 7 können 20 Städte für 25 Apparate bzw. Verbindungsleitungen und mit dem Geber Bild 8 10 Städte für 10 Apparate signalisiert werden.



Bild 7. Geber für Lichtruftafel für 20 Städte und 25 Leitungen.

Neben dem Geber und der Ruftafel sind noch Relais und Drehwähler erforderlich. An Hand eines einfachen Schaltbildes (Bild 9) sei die Wirkungsweise einer solchen Anlage näher erläutert. Läuft bei der Zentrale ein Ferngespräch (z. B. aus Hamburg) ein und wird die Leitung, auf der es ankommt, mit der Leitung 5 des Devisenbureaus verbunden, so ruft die Bedienungsperson der Zentrale zunächst wie üblich an. Auf der Ruftafel (Bild 5) leuchtet die Zahl 5 in der oberen Reihe auf. Hierauf wird die Taste »Hamburg« des Gebers (T in Bild 9) gedrückt. Ist das System Hamburg frei, so leuchtet eine Lampe an der Taste auf. Nun wird durch Aufziehen des Nummernschalters N die Zahl 5 gewählt. Die vom Nummernschalter N hervorgerufenen Stromstöße steuern den Drehelektromagneten D eines Wählers W. Dieser stellt sich auf seinen 5. Kontakt ein und schließt den Stromkreis für die Relais S und Z. Das Relais S ist nur einmal für jede Stadt vorhanden und schaltet die weißen Lampen für die Städtebezeichnung ein. Jeder Kontakt der Kontaktbank des Wählers ist mit einem Relais Z verbunden. Jedes Relais Z schließt die Stromkreise für diejenigen Lämpchen des Zahlensystems, die zur Darstellung einer Ziffer nötig sind. Diese Ziffer stimmt mit der am Nummernschalter gezogenen



Bild 8. Geber für 10 Städte und 10 Leitungen.

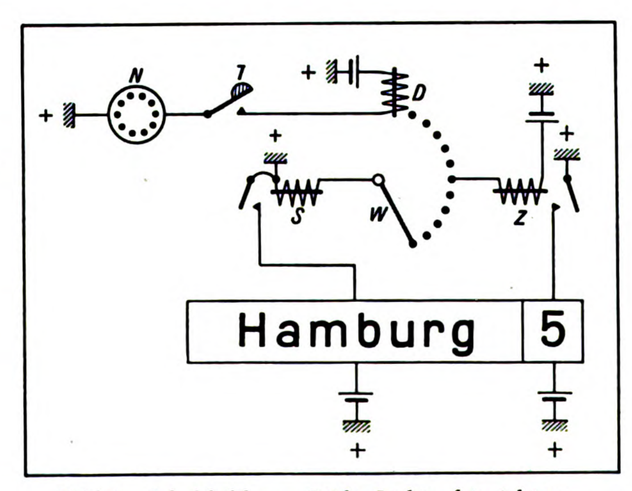


Bild 9. Schaltbild zur Städte-Lichtrufeinrichtung.

Zahl überein. In unserem Beispiel leuchtet also 5 auf. Durch schaltungstechnische Maßnahmen werden beim Abheben des Fernhörers des Appa-

Digitized by Google

Hamburg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Berlin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Frankfurt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Bild 10. Lichtruftafel. Größenverhältnis zwischen alter und neuer Ausführung.

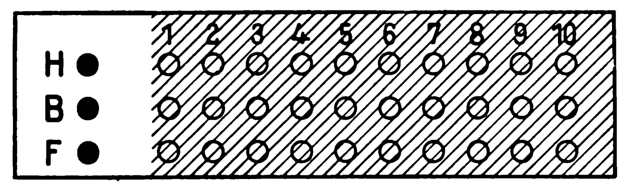


Bild 11. Drucktastenplatte. Größenverhältnis zwischen alter und neuer Ausführung.

rates, der der angerufenen Leitung zugeordnet ist, an Stelle der weißen Lampen für die Städtebezeichnung rote eingeschaltet. Für die übrigen im Devisenbureau Beschäftigten ist dies das Kennzeichen, daß der Anruf abgefragt worden ist. Nach beendetem Gespräch kehrt durch Auflegen des Mikrotelephons der Wähler in die Ruhelage zurück. Die Lampen auf der Ruftafel erlöschen. Während des Gesprächs ist der Wähler vom Geber abgeschaltet. Die Bedienungsperson der Zentrale kann also durch Wählen das bereits bestehende Signal nicht stören. Sind z. B, nur fünf Fernsprechleitungen vorhanden, und wählt die Bedienungsperson über fünf hinaus, so läuft der Wähler sogleich in die Nullage.

Zum Schluß seien der Geber und Empfänger der Lichtrufanlage von S. & H. und die der eingangs beschriebenen miteinander verglichen. Die Bilder 1 und 2 sind in Bild 10 und 11 nochmals wiederholt. Der schraffierte Teil in Bild 10 und 11 läßt erkennen, um wieviel die Apparate von S. & H. kleiner sind. Das in Bild 3 dargestellte Lampensystem verwendet man auch noch bei anderen optischen Signalanlagen, z. B. zum Anzeigen der Kurse von Wertpapieren usw.

Die Bestimmung des Leiterquerschnittes in Schaltanlagen

Von Waltjen, Oberingenieur in der Abteilung Zentralen der SSW.

(Schluß.)

Beispiel.

Sechs Umformer, je 1500 kW, 500 V. G. speisen sechs Bäder, ein siebenter Umformer dient mit seinen Hilfsschienen als Reserve für irgendeinen ausfallenden Umformer. Die durchschnittliche Entfernung zwischen Umformer und Bad betrage 15 m, die Leitung Reserveumformer einschl. Hilfsschiene 30 m in einfacher Länge. Alle sechs Umformer stehen im Jahr 6000 Betriebsstunden unter Vollast und 500 Betriebsstunden unter $^1/_3$ Last. Die Kosten der kWh am Kommutator betragen 0,04 M, 1 kg Neukupfer koste 1,75 M, 1 kg Altkupfer 0,85 M, die Montage von 1 kg Kupfer 1,60 M, der Amortisationszinssatz sei 6 v. H.

Dann ist die wirtschaftliche Stromdichte j_w nach Formel (3)

$$j_w = \frac{1}{C}\sqrt{S \cdot 57\,\frac{P+M}{K} \cdot p \cdot r}$$

$$j_w = \frac{6500}{6000 \cdot 1 + 500 \cdot {}^1/_3} \cdot \sqrt{9 \cdot 57\,\frac{(1{,}75-0{,}85)+1{,}60}{6500 \cdot 0{,}04} \cdot 0{,}06\,\frac{6 \cdot 15 + 30}{6 \cdot 15}}$$

$$j_w = 1{,}05 \cdot \sqrt{0{,}395} = 0{,}66 \text{ A/mm}^2.$$

Der wirtschaftliche Querschnitt einer Leitung zwischen Umformer und Bad wird:

$$q_w = \frac{3000}{0{,}66} = 4550 \text{ mm}^2.$$

Der billigste Querschnitt q_b ist laut Belastungstabelle $q_b = 6 \times 50 \times 5 = 1500$ mm² und die billigste Stromdichte

$$j_b = \frac{3000}{1500} = 2 \text{ A/mm}^2.$$

Die Gesamtjahresunkosten der gesamten Leitungsanlagen errechnen sich aus Formel (1)

$$G_w = \frac{(J \cdot C)^2}{1000}\,\frac{1}{q}\,\frac{K}{57} + 1 \cdot \frac{S}{1000} \cdot q(P+M)p \cdot r$$

$$G_w = \frac{(3000 \cdot 0{,}95)^2}{1000}\,\frac{6 \cdot 2 \cdot 15}{q} \cdot \frac{260}{57} + 6 \cdot 2 \cdot 15\,\frac{9}{1000} \cdot q \cdot 2{,}50 \cdot 0{,}08$$

$$G_w = \frac{6700000}{q} + \frac{324}{1000}\,q.$$

Die Auswertung dieser Formel für die verschiedenen Querschnitte ist in Tafel II zusammengestellt.

Digitized by Google

Tafel II.

1		2			3					4				
Querschnitt		Jahresunkosten in M.			Der nächstgrößere Querschnitt					Gegenüber dem billigsten Querschnitt				
					Mehraufwand		Ersparnis		in v. H.[2])	Mehraufwand		Ersparnis		in v. H.[2])
Abmessung	mm²	Wärme	Amort.	Gesamt	mm²	Kosten in M.[1])	M.	M./mm²		mm²	Kosten in M.[1])	M.	M./mm²	
6× 50× 5	1500	4465	485	4950	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5× 60× 6	1800	3710	585	4295	300	2170	655	2,28	30,1	300	2 170	655	2,28	30,1
2×100×10	2000	3350	650	4000	200	1450	295	1,48	20,4	500	3 620	950	1,90	26,3
3× 80×10	2400	2780	780	3560	400	2900	440	1,10	15,2	900	6 520	1390	1,54	21,1
3×100×10	3000	2235	970	3205	600	4350	355	0,59	8,2	1500	10 870	1745	1,16	16,0
4× 80×10	3200	2090	1040	3130	200	1450	75	0,38	5,4	1700	12 320	1820	1,07	14,8
4×100×10	4000	1675	1295	2970	800	5800	160	0,20	2,8	2500	18 120	1980	0,80	10,9
3×150×10	4500	1490	1460	2950	500	3620	20	0,04	0,7	3000	21 740	2000	0,67	9,2
nicht vorhanden	4550	1474	1474	2948	50	360	2	0,03	0,5	3050	22 100	2002	0,66	9,1

[1]) Die Kosten für den einmaligen Mehraufwand eines größeren Querschnittes errechnen sich aus der Gewichtsdifferenz der beiden Querschnitte × (Kupferpreis + Montagepreis) zu: $k = l \cdot \frac{\mathfrak{S}}{1000}(q_m - q_n)\ (P + M) = (6 \cdot 2 \cdot 15 + 2 \cdot 30)\ (1{,}75 + 1{,}60) \frac{9}{1000}(q_m - q_n) = 7{,}24\ (q_m - q_n)$ M.

[2]) Die Verzinsung der Mehraufwendung an Kupfer.

Dies Beispiel zeigt, daß bei Verwendung des wirtschaftlichen Querschnittes die Gesamtjahresunkosten gegenüber denen des billigsten Querschnittes von 4950 M auf 2950 M zurückgehen, d. h. um etwa 40 v. H. Die Tafel gibt eine klare Übersicht über folgendes bei den verschiedenen Querschnitten:

Spalte 2, wie die Gesamtjahresunkosten sich auf die Wärmeverluste und auf die Amortisationsquote für das Kupfer verteilen.

Spalte 3, wie groß der einmalige Mehraufwand an Kupferunkosten für den jeweilig größeren Querschnitt ist, welche Ersparnisse hierbei im Jahre zustande kommen, welche Ersparnis auf den mm² entfällt und wie groß der Prozentsatz ist, mit dem sich der einmalige Mehraufwand verzinst.

Spalte 4, wie groß dieser Mehraufwand, Ersparnis und Prozentsatz insgesamt gegenüber dem billigsten Querschnitt sind.

Die Tafel gestattet also eine Beantwortung der Frage, welcher Querschnitt bei einem Vergleich zwischen Billigkeit und Wirtschaftlichkeit zu wählen ist.

Es beträgt z. B., nach Spalte 4, die Ersparnis an Jahresunkosten bei einem Querschnitt von 2000 mm² gegenüber 1500 mm² 950 M bei einem Mehraufwand von 3620 M, und dieser Mehraufwand verzinst sich außer seiner Amortisation mit 26,3 v. H. Dagegen beträgt die Jahresersparnis für den Querschnitt 4500 mm² gegenüber dem von 4000 mm² bei demselben Mehraufwand von 3620 M nach Spalte 3 nur 20 M, das sind nur 0,7 v. H. Zinsen. Da nach Spalte 3 von 3000 bzw. 3200 mm² aufwärts der Anteil der Ersparnis auf jeden weiteren Quadratmillimeter Querschnitt nur weniger als 0,50 M beträgt, so ist ein größerer Querschnitt, selbst bei scharfer Berechnung auf Wirtschaftlichkeit, wenig empfehlenswert. Besonders in der Jetztzeit nicht, da heute die Gestehungskosten der kWh, die Betriebszeit, der Kupferpreis, die Montagelöhne und der Amortisationszinssatz großen Schwankungen unterworfen sind: Faktoren, die alle zur Verschiebung des wirtschaftlichen Querschnittes beitragen können.

C. Berechnung auf Spannungsabfall.

Die Berechnung auf Spannungsabfall beschränkt sich bei Schaltanlagen auf die Nachprüfung des induktiven Spannungsabfalles in Wechselstromkreisen, er soll im allgemeinen nicht größer als 2 v. H. der Hauptspannung sein. Der Ohmsche Spannungsabfall kommt innerhalb von Schaltanlagen nicht in Betracht, da er im allgemeinen so gering ist, daß er vernachlässigt werden kann.

Digitized by Google

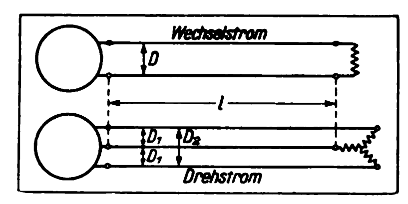


Bild 9. Stromschleifen, schematische Darstellung.

In längeren Wechselstromkreisen kann aber ein unzulässig hoher induktiver Spannungsabfall auftreten, wenn die Leitungen in der für Gleichstrom üblichen Art, mehrere Flachkupferschienen in einem Paket, angeordnet sind. Daher bedarf es bei langen Verbindungsleitungen und großen Stromstärken einer Nachprüfung, ob der induktive Spannungsabfall nicht zu groß ausfällt.

Der induktive Spannungsabfall E_s einer Stromschleife ist direkt proportional der Kreisfrequenz $2\pi f$, der Stromstärke und dem Selbstinduktionskoeffizienten L. Er beträgt:

(4) $$E_s = 2\pi f \cdot L \cdot J \text{ für Einphasenstrom.}$$

(5) $$E_s = \sqrt{3}\;\pi \cdot f \cdot L \cdot J \text{ für Drehstrom.}$$

Für die Berechnung des Selbstinduktionkoeffizienten L von Stromschleifen gibt es verschiedene Formeln, von denen einige hier folgen:

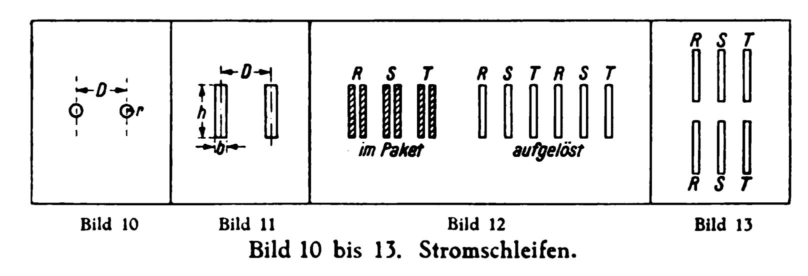


Bild 10 Bild 11 Bild 12 Bild 13

Bild 10 bis 13. Stromschleifen.

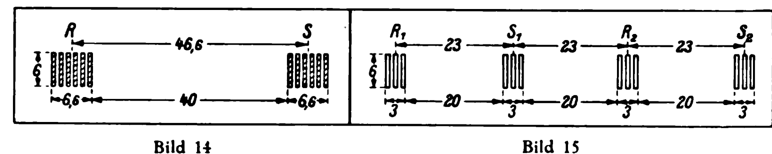


Bild 14 Bild 15

Bild 14 und 15. Rechnungsbeispiele zum induktiven Spannungsabfall.

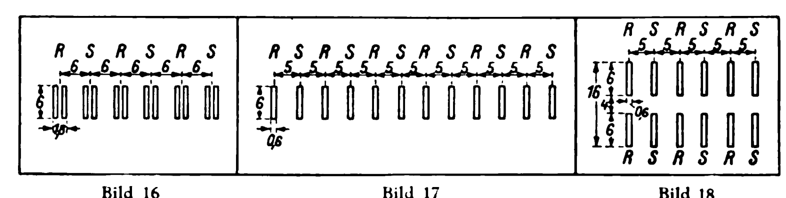


Bild 16 Bild 17 Bild 18

Bild 16 bis 18. Rechnungsbeispiele zum induktiven Spannungsabfall.

a) für kreisrunde Leiter (Bild 9 und 10):

(6) $$L = 4\,l\left(l_n \frac{D}{r} + 0{,}25\right) 10^{-9} \text{ Henry.}$$

b) für Leiter rechteckigen Querschnittes (Bild 9 und 11):

(7) $$L = 4\,l\left(l_n 2\,\frac{\pi \cdot D + h}{\pi \cdot b + 2h} + 0{,}03\right) 10^{-9} \text{ Henry.}$$

Es bedeutet:

b = Breite des Leiters in cm,
D = Mittenabstand der Leiter voneinander in cm,
h = Höhe des Leiters in cm,
l = einfache Länge der Stromschleife in cm,
l_n = natürlicher Logarithmus,
r = Halbmesser des Leiters in cm.

Aus den angegebenen Gleichungen läßt sich leicht folgern, wie Stromkreise angeordnet sein müssen, um einen möglichst kleinen induktiven Spannungsabfall zu erhalten. Die drei Möglichkeiten hierzu sind:

a) Unterteilung der Stromstärke durch Schachtelung der Phasen, wie Bild 12 zeigt.
b) Möglichst kleine Schleifenweite. Bei einem Schienenpaket hat dies den Nachteil, daß die Widerstandserhöhung durch einseitige Stromverdrängung und damit die Erwärmung größer wird. Bei der Schachtelung nach Bild 12 wird diese Widerstandserhöhung mit Ausnahme der Außenleiter etwas gemindert, da der Strom nun gleichmäßig nach beiden Seiten hin herausgedrängt wird[1]).
c) Aufteilung des Leiterpaketes der Höhe nach, wie Bild 13 zeigt.

Beispiel:

eine blanke Einphasenverbindungsleitung von 50 m einfacher Länge ist auf induktiven Spannungsabfall zu prüfen. J = 3600 A. E = 300 V. E_s soll höchstens 6 V = 2 v. H. sein. Als billigster Querschnitt sind 6 Kupferschienen 60 · 6 mm gewählt, die nach Bild 14 angeordnet sind. Die Schleifenweite von 400 mm wurde gewählt, um teuere Stromweichen zu vermeiden.

Die Selbstinduktion L der Stromschleife ist nach (7)

$$L = 4 \cdot 5000\left(l_n 2\,\frac{\pi \cdot 46{,}6 + 6}{\pi \cdot 6{,}6 + 2{,}6} + 0{,}03\right) 10^{-9}$$

$$L = 4{,}52 \cdot 10^{-5} \text{ Henry.}$$

[1]) Für Kabel ist dies von G. Mie, Annalen der Physik, 1900, nachgewiesen.

Digitized by Google

Der induktive Spannungsabfall E_s nach (4)

$E_s = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 8{,}48 \cdot 3600 \cdot 10^{-5}$

$E_s = 51$ V.

Also viel zu groß.

Bei einer Schachtelung in zwei Stromkreise, Anordnung nach Bild 15, kann die Schleifenweite auf 200 mm herabgesetzt werden, gemäß folgender Überlegung: bei 1930 A würde lt. Kupferbelastungstafel für Cu 3 · 60 · 6 eine Übertemperatur von 38° C auftreten, der tatsächliche Strom ist aber nur 1800 A. Die Erwärmung t_1 der Außenleiter R_1 bzw. S_2 würde demnach maximal sein

$$t_1 = \left(\frac{1800}{1930}\right)^2 \cdot 38^\circ = 31{,}5^\circ \text{ C}$$

und die der Innenleiter S_1 bzw. R_2 höchstens

$$t_2 = \left(\frac{1800}{1930}\right)^2 \cdot 30^\circ = 26^\circ \text{ C.}$$

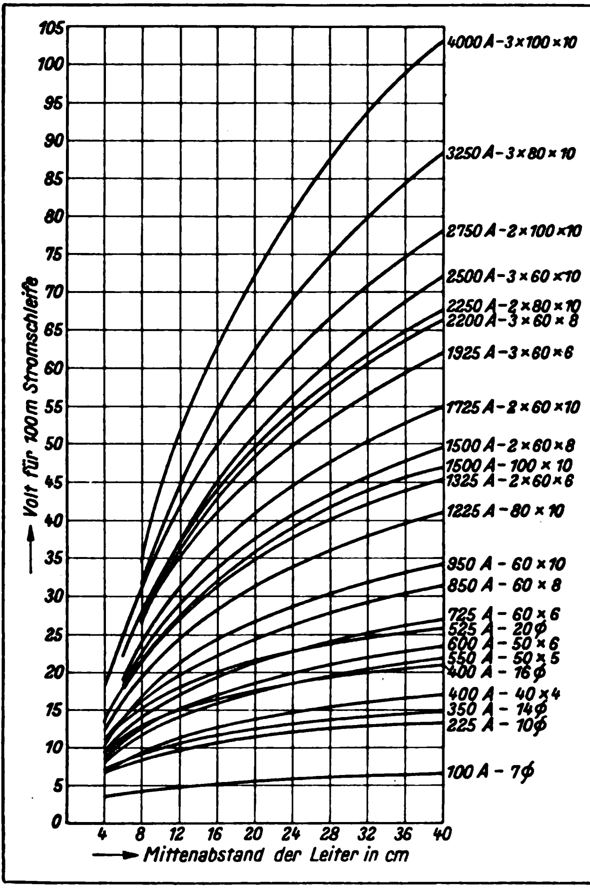


Bild 19. Induktions-Spannungsabfall in Einphasenstromschleifen für die gebräuchlichsten Cu-Querschnitte bei 100 m Stromschleifen.

Das Gesetz der kleinsten Wärmearbeit und das der kleinsten magnetischen Arbeit werden vermutlich aber für eine günstigere Stromverteilung

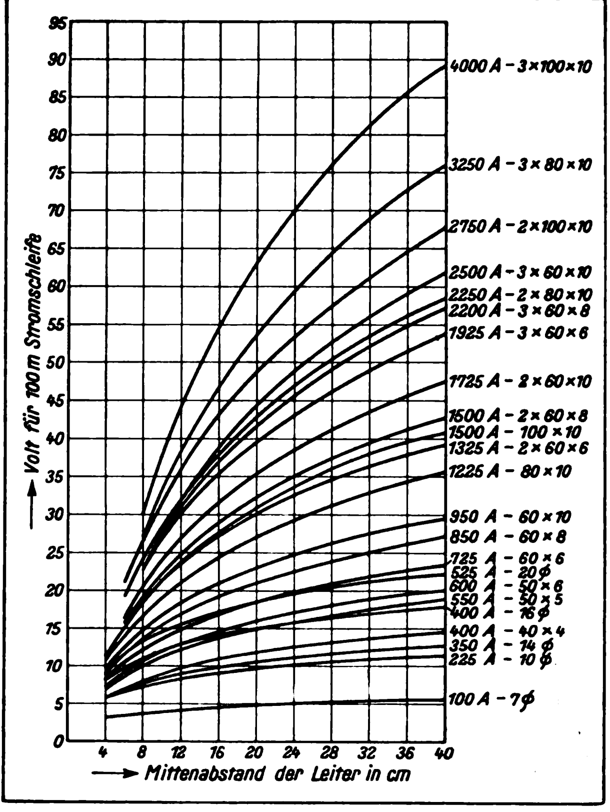


Bild 20. Induktions-Spannungsabfall in Drehstromschleifen für die gebräuchlichsten Cu-Querschnitte bei 100 m Stromschleifen.

sorgen, so daß an den Innenseiten der Stromschleifen nahezu gleiche Übertemperaturen auftreten werden, also etwa das Mittel aus 31,5 und 26, d. h. etwa 29° C.

Bei dieser Anordnung wird $L = 4{,}04 \cdot 10^{-5}$ und $E_s = 22{,}8$ V, also auch noch zu hoch.

Bei weiterer Unterteilung durch Schachtelung der Phasen werden für die Größe der Schleifenweite nur noch der Isolationsabstand sowie Konstruktionsgründe bestimmend sein.

Bei Anordnung nach Bild 16 wird $E_s = 8$ V und bei der gänzlichen Auflösung des Leiterpaketes nach Bild 17 $E_s = 4{,}5$ V.

Kann diese Anordnung aus Gründen der Raumverhältnisse nicht getroffen werden, so empfiehlt sich Anordnung nach Bild 18 für

$$h = 2 \cdot 6 + 4 = 16 \text{ cm}$$

wird

$$L = 4 \cdot 5000 \left(l_n\, 2 \frac{\pi \cdot 5 + 16}{\pi\, 0{,}6 + 32} + 0{,}03\right) 10^{-9}$$

$$L = 1{,}32 \cdot 10^{-5}$$

und

$$E_s = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 1{,}32 \cdot 1200 \cdot 10^{-5}$$

$$E_s = 5 \text{ V.}$$

Digitized by Google

Für die Praxis sind derartig zeitraubende Berechnungen naturgemäß wenig geeignet. Der Schaltanlagenkonstrukteur möchte auf den ersten Blick erkennen, ob bei der von ihm getroffenen Anordnung der induktive Spannungsabfall genügend klein bleibt. In den Bildern 19 und 20 sind die induktiven Spannungsabfälle in V/100 m-Schleifenlänge für alle vorkommenden Querschnitte mit ihren Höchstbelastungen bei Schleifenweiten von 4 bis 40 cm als Kurven eingetragen, so daß sie ohne weiteres abgelesen werden können. Für andere Stromstärken und andere Stromschleifenlängen sind die Werte den der Kurven entnommenen Werten direkt proportional. Bild 19 gilt für Einphasenstrom, Bild 20 für Drehstrom. Es ist hierbei zu beachten, daß der induktive Spannungsabfall zwischen den Außenleitern am größten ist.

Über die Wahl des Dampf-Anfangszustandes bei Kraftanlagen mit Abwärmeverwertung

Von Obering. Bente, Abtlg. Zentralen der SSW.

Bei der Errichtung von Kraftanlagen in Industriewerken, die größere Mengen Niederdruckdampf zum Kochen, Trocknen oder Heizen verbrauchen, strebt man bekanntlich danach, Kraft- und Dampfbedarf möglichst miteinander in Einklang zu bringen bzw. den zur Krafterzeugung notwendigen Dampf restlos in Verbrauchern, die seine Verdampfungswärme nutzbringend aufnehmen, weiter zu verarbeiten (reiner Gegendruckbetrieb). Solche ideale Wärmeausnutzung ist in erster Linie durchführbar in den Betrieben, die verhältnismäßig hohen Abdampfbedarf gegenüber geringem Kraftbedarf haben. Überwiegt dagegen der letztere, so muß ein Teil des Kraftdampfes in einer Kondensation niedergeschlagen, seine Verdampfungswärme also vernichtet werden, und man wählt dann die kostspieligere Anzapf- oder Entnahmeturbine. Die folgenden Ausführungen erstrecken sich nur auf reinen Gegendruckbetrieb. Der Besteller gibt als den für die Verbraucher (Kocher usw.) vorgeschriebenen Abdampfzustand meistens nur den sogenannten Gegendruck an unter der selbstverständlichen Voraussetzung, daß sich der Abdampf dabei ungefähr im trocken gesättigten Zustand befindet. Diese Voraussetzung trifft aber, worauf besonders hingewiesen werden soll, nur bei einem bestimmten Anfangszustand (Druck und Temperatur) des Dampfes vor dem Turbinen-Regulierventil zu.

Erfahrungsgemäß wird der Frischdampfzustand in der Praxis aber häufig aus anderen Gesichtspunkten und Erfordernissen heraus bestimmt. Bei Benutzung vorhandener Dampfkessel zum Betriebe neuer Turbinen liegt der Anfangsdampfzustand natürlich fest. Bei Neuanschaffung von Dampfkesseln können aber Preis, Lieferzeit und andere Punkte zuweilen zu willkürlicher Festlegung von Dampfdruck und Überhitzungstemperatur führen. Zu heißer Dampf kann auf den zu verarbeitenden Fabrikationsstoff nachteilig wirken, insbesondere dann, wenn er mit dem Stoff (z. B. Wolle, Zellstoff usw.) in unmittelbare Berührung kommt. Nasser Dampf erfordert Vorrichtungen zur Wasserableitung, die mehr oder weniger Wärmeverluste bringen. Hat die Gegendruckturbine einen verstellbaren Druckregler, so läßt sich durch Gegendruckveränderung die Abdampftemperatur berichtigen; doch ist damit eine Änderung des in der Turbine zu verarbeitenden Wärmegefälles, mithin auch eine Änderung der Leistung bzw. des Dampfverbrauches verbunden, die nicht immer im Einklang mit den Betriebserfordernissen steht. Bei Anlagen mit Ruthsspeicher verliert der Speicherdampf ohnehin seine Überhitzung beim Eintritt in die Wasserfüllung. Herabsetzung bzw. Beseitigung der Überhitzung läßt sich auch durch Wassereinspritzung oder Kühlung in Austauschapparaten erzielen, aber der Betriebsmann verzichtet gern auf derartige Behelfsmittel, die besonderer Aufsicht bedürfen und sich häufig vermeiden lassen. Ähnliche Apparate benutzt man zur Trocknung des mit zu hohem Feuchtigkeitsgrad austretenden Dampfes.

Zweck dieser Ausführungen ist, in einfachen und brauchbaren Kurvenbildern, vom Abdampfzustand ausgehend, für verschiedene Turbinenwirkungsgrade und -leistungen den jeweiligen Anfangsdampfzustand festzulegen. Die Abdampftemperatur am Austrittsstutzen der Turbine ist dabei mit Rücksicht auf die in den Rohrleitungen

Digitized by Google

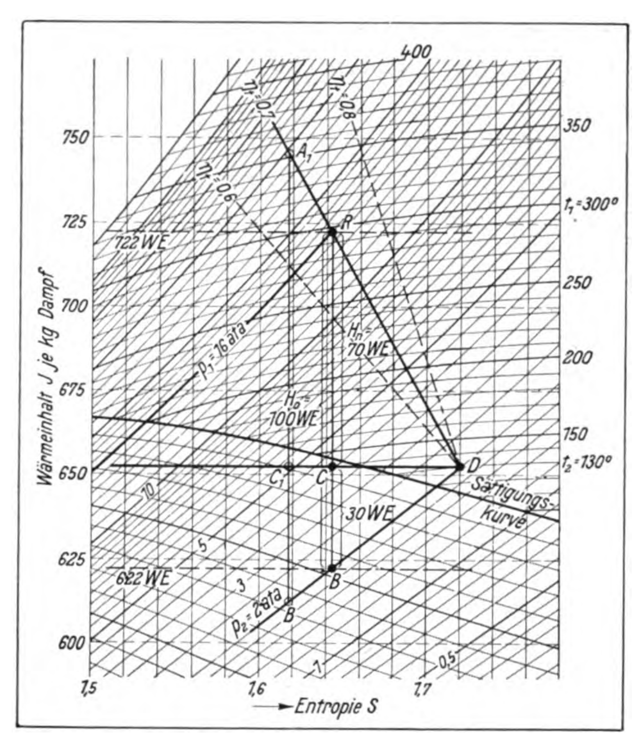


Bild 1. JS-Diagramm.

zwischen Turbine und Verbrauchern entstehenden Verluste um einen Zuschlag von etwa 10° C erhöht worden.

Wir betrachten zunächst in dem bekannten JS-Diagramm den Verlauf der Dampfzustandsänderung (Bild 1). Angenommen, in einer Gegendruckturbine soll in vorhandenen Kesseln erzeugter Heißdampf vom Druck $p_1 = 16$ at und der Temperatur t_1 von rund 300° C auf einen Gegendruck $p_2 = 2$ at verarbeitet werden. In der verlustlos arbeitenden Maschine ergibt sich ein adiabatisches Wärmegefälle H_0 von

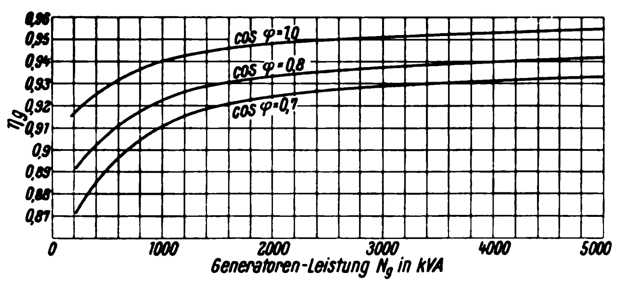


Bild 2. Vollast-Wirkungsgrade von Turbogeneratoren n = 3000, abhängig von der Leistung.

722—622 = 100 WE (Strecke AB). Der thermodynamische Turbinenwirkungsgrad η_t, durch den das Maß für die auf dem Wege vom Einlaßventil bis zum Abdampfstutzen entstehenden Verluste gegeben wird, sei zu 0,7 angenommen. Dann stellt sich das nutzbare Wärmegefälle H_n als die Strecke AC = 70 WE dar, und die Turbinennutzleistung beträgt für eine Dampfmenge von Q = 10 000 kg/h:

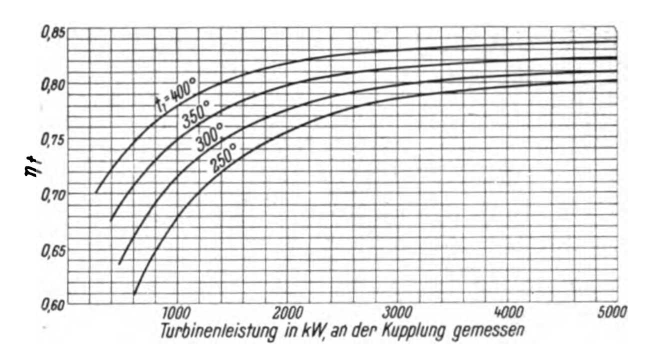


Bild 3. Vollast-Wirkungsgrade von Gegendruck-Dampfturbinen, n = 3000, abhängig von der Leistung.

$$N_t = \frac{Q \cdot H_o \cdot \eta_t}{860} = \frac{10000 \cdot 100 \cdot 0{,}7}{860} = 820\,\text{kW}.$$

Wird der Generatorwirkungsgrad η_g zu 0,925 angenommen, so ergibt sich die an den Generatorklemmen gemessene elektrische Leistung zu $N_e - 820 \cdot 0{,}925 = 760$ kW. Der Zustand des Abdampfes für dieses Beispiel bestimmt sich im JS-Diagramm durch den Punkt D. Der Dampf verläßt die Turbine mit einer Temperatur von $t_2 = 130°$, die 10° über seiner Sättigungstemperatur liegt.

Es soll nun umgekehrt bei gegebenem Punkt D der Punkt A ermittelt werden. Zu dem Zweck ist durch den Punkt D eine Wagerechte zu ziehen,

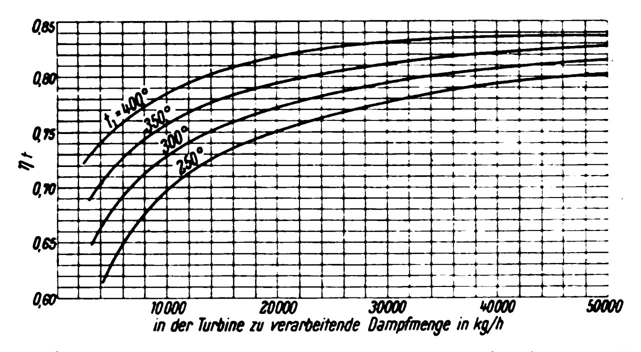


Bild 4. Vollast-Wirkungsgrade von Gegendruck-Dampfturbinen, n = 3000, abhängig von der Dampfmenge.

die das Gesamtwärmegefälle in Nutzgefälle (Strecke AC) und in Gefälleverlust (Strecke CB) unterteilt. Das Nutzgefälle $H_n = AB - BC$ be-

Digitized by Google

stimmt sich durch den thermodynamischen Wirkungsgrad η_t zu:

$$H_n = \frac{BC \cdot \eta_t}{1 - \eta_t}.$$

Nimmt man die Linien gleichen Druckes (z. B. die durch BD laufende) als Gerade an, was für vorliegenden Zweck, da es sich nur um ungefähre Ermittlungen handelt, zulässig sei, so ist die durch die Punkte D und A laufende Gerade der geometrische Ort für Punkte des Anfangsdampfzustandes (z. B. A_1) bei unverändertem η_t und p_2. Das einer bestimmten Lage des Wärmegefälles (z. B. A_1 B_1) entsprechende Nutzgefälle (A_1 C_1) läßt sich aus dem Diagramm unmittelbar abgreifen. Auf diesem Wege sind die Kurven Bild 5 bis 10 für verschiedene Werte von η_t und für eine Kraftdampfmenge von 10000 kg/h entstanden. Sie lassen u. a. den Vorteil der Drucksteigerung p_1 in bezug auf den Kraftgewinn übersichtlich erkennen. Sie zeigen ferner, daß — immer unter der Voraussetzung, daß der Abdampf etwa in dem Zustand entnommen wird, den der Betrieb verlangt — hohe Überhitzung bei geringem η_t nur mit verhältnismäßig hohen Kesselspannungen anwendbar ist. Will man zur besseren Ausnutzung der Kesselheizgase von obiger Voraussetzung abgehen, d. h. bei mäßigen Kesseldrücken höhere Überhitzung anwenden und höhere Abdampftemperaturen zulassen, so wird man die oben erwähnten Hilfsmittel zur Verminderung der Überhitzung in Kauf nehmen und kann damit gleichzeitig eine Erhöhung der Maschinenleistung erzielen, die natürlich nur da Zweck hat, wo für Kraftüberschuß Verwendungsmöglichkeit besteht.

Zu den Bildern 3 und 4 ist zu bemerken, daß die Wirkungsgrade Annäherungswerte, die mit mehrstufigen Eingehäuse-Gegendruckturbinen von mittlerer Preislage erreichbar sind, darstellen. Bei Festlegung dieser Kurven wurde auf die durch Steigerung von p_1 und Änderung von p_2/p_1 bedingten Abweichungen keine Rücksicht genommen.

Anwendungsbeispiele.

1. Eine Fabrik habe einen an den Generatorklemmen gemessenen Höchstkraftbedarf von etwa 500 kW und einen stündlichen Kochdampfbedarf von 12000 kg. Dampfkessel seien neu zu beschaffen. Der Kraftbedarf soll durch eine Gegendruckturbine bei $p_2 = 4$ at (155° C) erzeugt werden. Der Restkochdampf möge in vorhandenen Niederdruckdampfkesseln erzeugt werden, da Stromabgabemöglichkeit nicht besteht. Die elektrische Anlage arbeitet mit einem $\cos \varphi = 0{,}8$.

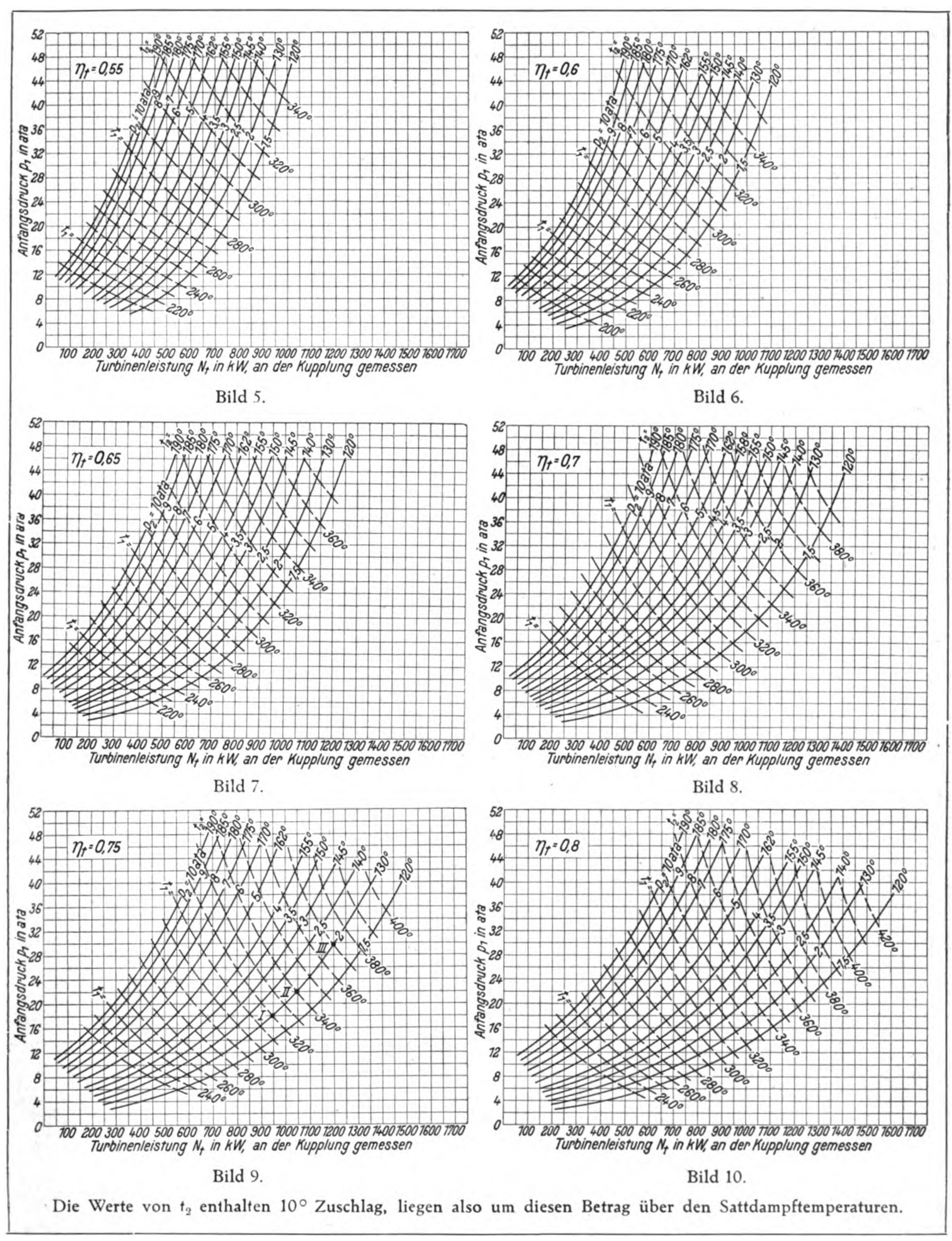
Zu bestimmen ist Frischdampfzustand und Kraftdampfmenge.

Der Generatorwirkungsgrad η_g ist nach Bild 2 mit 0,91 zu wählen. Danach ergibt sich die an der Turbinenkupplung abzugebende Leistung zu $N_t = \frac{500}{0{,}91}$ = rund 550 kW. Der Turbinenwirkungsgrad η_t ist nach Bild 3: 0,65, so daß für die weitere Ermittlung Bild 7 in Frage kommt. Von der Leistung 550 kW bei 10000 kg Stundendampf ausgehend, findet man nach der Kurve für $p_2 = 4$ at z. B. die Werte $p_1 = 20$ at und t_1 = etwa 280° C. Da t_1 offenbar zu tief liegt, könnte man einen höher liegenden Punkt der Kurve 4 at wählen, etwa 27 at bei 300° C. Dann ergibt sich für 10000 kg Stundendampf eine Leistung $N_t = 650$ kW und demnach für 550 kW eine Kraftdampfmenge von 8500 kg/h. Die Dampfkessel wären zweckmäßig für p = 27 at und t = 320° C zu bemessen.

2. Der stündliche Mindestheizdampfbedarf eines Betriebes sei zu 15000 kg festgestellt worden und soll einer Gegendruckturbine mit einer Temperatur von 130°, also mit $p_2 = 2$ at entnommen werden. Der Eigenkraftbedarf N_g des Werkes sei durchschnittlich 800 kW, die Betriebszeit 3000 Jahresstunden. Der Leistungsfaktor betrage 0,8. Mit der Turbine gleichzeitig soll ein zeitgemäßer Steilrohrdampfkessel von etwa 550 m² Heizfläche in Betrieb genommen werden. Es bestehe die Möglichkeit, eine Jahresstrommenge von mindestens 3000000 kW/h zu einem Strompreis von M 0,04 je kW/h zu verkaufen. Es ist zu untersuchen, welcher Frischdampfzustand der zweckmäßigste mit Rücksicht auf die Gesamtwirtschaftlichkeit, und welche Kraftleistung aus der gegebenen Dampfmenge zu erzielen ist.

Aus Bild 4 ergibt sich für 15000 kg Stundendampf bei mittlerer Überhitzung ein Turbinenwirkungsgrad von 0,75. Die Kurve für $p_2 = 2$ at in Bild 9 ergibt die entsprechenden Werte von p_1 und t_1, von denen für die folgende Tafel drei Punkte herausgegriffen werden mögen.

Digitized by Google



Turbinenleistung aus 10 000 kg Stundendampf, in Abhängigkeit von Druck und Temperatur des Zudampfes (p_1, t_1) und des Abdampfes (p_2, t_2).

Digitized by Google

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	p_1	t_1	Leistung kW N_t	N_g	Mehrpreise von Kessel und Turbine gegenüber I GM	Kraftüberschuß in kW/h jährlich	Jahreseinnahme aus Stromverkauf GM	Jährl. Mehrerlös aus Stromverkauf gegenüber I GM
I	18 at	320° C	1400	1300	—	1 500 000	60 000	—
II	22 at	340° C	1570	1460	12 000	1 950 000	78 000	18 000
III	30 at	370° C	1820	1700	33 000	2 700 000	108 000	48 000

Den Werten von N_g (Spalte 5 der Tafel) liegen Generatorwirkungsgrade nach Bild 2 von 0,93 bzw. 0,935 zugrunde. Die Kesselmehrpreise schließen Economiser, Überhitzer und Wanderrostfeuerung ein. Der Vergleich zeigt für vorliegendes Beispiel zweifellos die größere Wirtschaftlichkeit bei Fall III.

Beeinflussung von Schwachstromleitungen durch parallel geführte Starkstromleitungen

Von A. Zastrow.

Mitteilung aus dem Zentrallaboratorium des Wernerwerks der S. & H. A.-G.

(Schluß.)

Kompensationswirkungen übt der Kabelmantel in der gleichen Weise aus wie die Schienen. Auch der Kabelmantel ist wie die Schienenleitung als ein Leiter mit großer Ableitung aufzufassen. Der unkompensierte, d. h. nicht durch den Schienenstrom ausgeglichene Fahrstromanteil $(1 - k) J_o = J_o'$ induziert sowohl im Kabelmantel als auch in den Adern elektromotorische Kräfte $\mathfrak{E} = -j\,\omega\,M_{om} \cdot J_o'$, die einander gleich sind, da die Gegeninduktivität zwischen Fahrdraht und Kabelmantel praktisch gleich ist der Gegeninduktivität zwischen Fahrdraht und Ader. Bezeichnet man mit R und L Widerstand und Induktivität des Kabelmantels, so ergibt sich der im Mantel entstehende Induktionsstrom nach der Beziehung

$$J_m = -\frac{\mathfrak{E}}{R + j\,\omega\,L}.$$

Der Strom im Mantel induziert in der Ader nach bekannten Regeln die Zusatz-EMK

$$J_m\,j\,\omega\,M_{ma} = -\frac{\mathfrak{E} \cdot j\,\omega\,M_{ma}}{R + j\,\omega\,L},$$

wenn man mit M_{ma} die Gegeninduktivität zwischen Mantel und Ader bezeichnet.

Die gesamte in den Adern wirksame Spannung wird daher

$$\mathfrak{E}_a = \mathfrak{E} - \frac{\mathfrak{E} \cdot j\,\omega\,M_{ma}}{R + j\,\omega\,L}$$

oder

$$\mathfrak{E}_a = \mathfrak{E} \cdot \frac{R + j\,\omega\,(L - M_{ma})}{R + j\,\omega\,L}.$$

Wie auch theoretisch bewiesen[1]), ist stets die Gegeninduktivität Mantel—Ader M_{ma} gleich der Selbstinduktivität des Mantels L.

Es wird also

$$\mathfrak{E}_a = \mathfrak{E}\frac{R}{R + j\,\omega\,L}$$

oder

$$\mathfrak{E}_a = \frac{\mathfrak{E}}{1 + j\,\omega\,\frac{L}{R}}.$$

In der Formel für $\mathfrak{E}_a$ ist der Verlustwiderstand durch Wirbelstrom und Hysterese nicht enthalten. R ist nur der Gleichstromwiderstand des Kabelmantels. Will man die Verlustwiderstände einführen, so muß man die Formel für $\mathfrak{E}_a$ erweitern. Bekanntlich kann man die Verlustwiderstände dadurch berücksichtigen, daß man die Induktivitäten komplex ansetzt, daß man also für L und M setzt

$$M\,[1 - j\,(\delta + \omega\,\vartheta)] \text{ und } L\,[1 - j\,(\delta + \omega\,\vartheta)].$$

Setzt man diese erweiterten Werte für L und M ein und führt die Entwicklung für $\mathfrak{E}_a$ in analoger Weise wie vorstehend durch, dann erhält man für $\mathfrak{E}_a$ die Endformel

$$\mathfrak{E}_a = \mathfrak{E} \cdot \frac{[1 - j\,(\delta + \omega\,\vartheta)]\,R}{R + j\,\omega\,L\,[1 - j\,(\delta + \omega\,\vartheta)]},$$

oder wenn man nur den absoluten Betrag von $\mathfrak{E}_a$ berücksichtigt,

$$|\mathfrak{E}_a| = |\mathfrak{E}| \cdot \frac{\sqrt{1 + (\delta + \omega\,\vartheta)^2}}{\sqrt{\left[1 + \frac{\omega\,L\,(\delta + \omega\,\vartheta)}{R}\right]^2 + \left(\frac{\omega\,L}{R}\right)^2}}$$

[1]) Über die Schutzwirkung des Kabelmantels bei Induktionsbeeinflussung von Schwachstromkabeladern durch Starkstromleitungen. Von Georg Krause und Alfred Zastrow. Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemenskonzern, II. Bd., 1922.

Digitized by Google

$\omega L \delta$ = Verlustwiderstand durch Hysterese,
$\omega^2 L \vartheta$ = Verlustwiderstand durch Wirbelstrom.
Aus der Formel geht hervor, daß $\mathfrak{E}_a$ von der Zeitkonstante $\frac{L}{R}$ abhängt. Je größer diese, desto kleiner ist die in den Adern induzierte EMK.

Um eine möglichst große Zeitkonstante des Mantels zu erhalten, muß man in erster Linie dafür sorgen, daß der Kabelmantel auf seinem Verlaufe keine Unterbrechungsstellen aufweist. Spleiß- und Einführungsstellen des Mantels müssen, wie die Stoßstellen der Schienen, durch besondere Metallbügel überbrückt werden. Durch Versuche ist ermittelt worden, daß in einem Kabel, bei dem man die Spleißstellen des Mantels durch besondere Bügel überbrückte, die in den Adern induzierte EMK um etwa 30 bis 40 v. H. niedriger war als in einem Kabel, bei dem diese Maßnahme nicht durchgeführt war.

Untersuchungen im Zentrallaboratorium haben gezeigt, daß ein Kabelmantel höhere Induktivität hat, wenn er mit einer Bandbewehrung an Stelle der für Schwachstromkabel üblichen Flachdrahtbewehrung versehen ist. Solche bandbewehrten Kabel sind daraufhin längs elektrisierter Bahnen verlegt worden, und es hat sich gezeigt, daß in diesen Kabeln die EMK um rund 26 v. H. geringer ist als in flachdrahtbewehrten unter den gleichen Verhältnissen.

Der Widerstand des Kabelmantels läßt sich ohne weiteres dadurch verkleinern, daß man entweder einen stärkeren Bleimantel nimmt oder daß man Kupferbänder oder Kupferdrähte über die Seele des Kabels bringt und hierüber erst den Bleimantel preßt. Da der spezifische Widerstand von Blei sehr hoch ist, kann man durch Kupferbänder oder Kupferdrähte von geringer Stärke den Widerstand des Mantels weiter heruntersetzen als durch einen dickeren Bleimantel. Die Leitfähigkeit von Kupfer ist rund 11 mal größer als die von Blei.

Ein solches Kabel ist bereits von Siemens & Halske hergestellt und versuchsweise an einer elektrisierten Einphasenbahnanlage verlegt worden. Die Ergebnisse waren so zufriedenstellend, daß die Österreichischen Siemens-Schuckertwerke jetzt ein längeres Kabel für den Arlbergtunnel der zu elektrisierenden Arlbergbahn anfertigen. Das erwähnte Versuchskabel war 5 km lang, enthielt 30 Aderpaare und zum Schutze gegen die induktiven Einwirkungen 63 blanke Kupferdrähte von je 1 mm Durchmesser, die konzentrisch um die Seele des Kabels gelegt waren und mit dem Bleimantel in inniger Berührung standen. Der gesamte Querschnitt dieser 63 Kupferdrähte betrug 50 mm². Das Kabel hatte eine normale Bandbewehrung. Die induzierte EMK in den Adern des Kabels betrug rund 2 V für 100 Akm, der Strom im Kabelmantel 10 v. H. des Fahrstromes bei einer Nacheilung von 167° gegen diesen. Um die Einwirkungen des Fahrstromes allein ohne den kompensierenden Mantelstrom kennen zu lernen, wurde nach der Wiederaufnahme des Kabels an seiner Stelle ein isolierter Draht von gleicher Länge verlegt. Die in diesem Draht induzierte EMK betrug 10 V für 100 Akm. Der Mantelstrom setzte also die induzierte EMK um 8 V für 100 Akm herab. Am übersichtlichsten lassen sich die hierbei entstehenden Verhältnisse durch das Vektordiagramm (Bild 2) klarstellen.

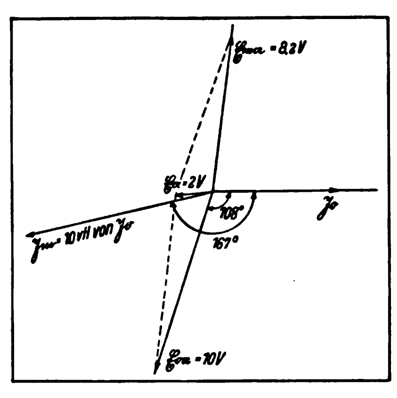


Bild 2. Vektordiagramm.

$\mathfrak{E}_{oa}$ ist die EMK, die in der Ader vom Fahrstrom J_o unter dem Einfluß des Schienenstromes induziert werden würde, wenn das Kabel keinen Mantel hätte. Sie beträgt, wie der Versuch an dem isolierten Draht gezeigt hat, 10 V für 100 Akm und eilt dem Fahrstrom um 108° nach. Die gleiche EMK wird auch in einem Kabel mit

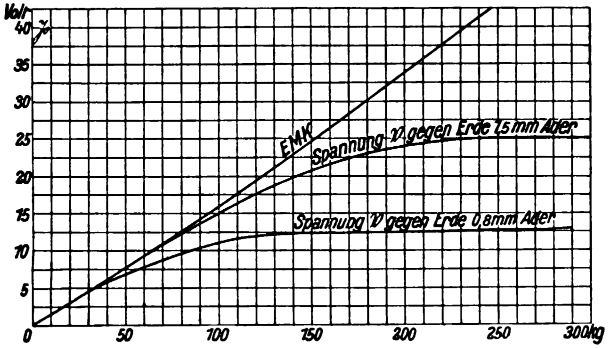


Bild 3. Induzierte EMK und Spannung (𝔙) gegen Erde in Abhängigkeit von der Länge der Parallelführung. Induziert von J_o mit $16^2/_3$ Per.

Digitized by Google

Mantel im Mantel selbst induziert. J_m ist der Mantelstrom, der in der Ader die EMK $\mathfrak{E}_{ma}$ induziert. $\mathfrak{E}_{oa}$ und $\mathfrak{E}_{ma}$ setzen sich zu der Resultierenden $\mathfrak{E}_a$ zusammen. Der Scheinwiderstand des Mantels ist nun

$$\frac{10{,}0\ e^{-j\,108^\circ}}{10{,}0\ e^{-j\,167^\circ}} = 1{,}0\ e^{j\,59^\circ},$$

woraus sich für den Mantel ein effektiver Widerstand von 0,52 Ohm und eine Selbstinduktivität von 8,6 mH ergibt. Durch Messungen wurde der Gleichstromwiderstand des Mantels nebst Erdübergangswiderstand zu 0,21 Ohm ermittelt, so daß der Verlustwiderstand durch Hysterese und Wirbelstrom 0,31 Ohm beträgt. Da die Gegeninduktivität Mantel-Ader gleich der Selbstinduktivität des Mantels ist, so muß der absolute Betrag der vom Mantelstrom in den Adern induzierten EMK $10{,}0 \cdot \omega \cdot 0{,}0085 = 8{,}5$ V sein $\omega = 2\pi n = 2\pi \cdot 16\frac{2}{3} = \sim 100$. Setzt man die ermittelten Werte für den Gleichstromwiderstand, Verlustwiderstand und die Selbstinduktivität des Mantels in die Formel für $\mathfrak{E}_a$ ein, so erhält man einen Wert von 2,1 V, der mit den gemessenen gut übereinstimmt.

Um die Schutzwirkung des Kabelmantels noch weiter zu verbessern, wurden die freien Adern des Kabels noch parallel zum Mantel geschaltet, wodurch sich der Querschnitt der unter dem Mantel liegenden Schutzdrähte auf 100 mm² erhöhte. Hierdurch wurde eine weitere Senkung der in den Adern induzierten EMK bis auf 1,0 V für 100 Akm erzielt.

Wie man erkennt, kann man durch den Kabelmantelstrom die induzierte EMK beträchtlich schwächen. Weitere Verringerungen der EMK sind dadurch zu erwarten, daß durch entsprechende Anordnung der Eisenbewehrung und Verwendung geeigneten Eisens die Induktivität des Mantels erhöht wird, oder aber, daß man gerade wie bei den Schienen die Kopplung zwischen Fahrdraht und Kabelmantel durch Einschalten von Transformatoren erhöht. Durch passende Wahl des Übersetzungsverhältnisses der Transformatoren kann man den Mantelstrom gerade so groß machen, daß die vom Mantelstrom induzierte EMK die vom Fahrstrom induzierte aufhebt. Einen Versuch mit solchen Transformatoren hat das Zentrallaboratorium an der elektrisierten Arlbergbahn im Sommer 1923 ausgeführt. Auf der 12,6 km langen Strecke Innsbruck–Telfs dieser Bahn wurden drei Transformatoren in gegenseitigem Abstande von etwa 3 km eingeschaltet, wobei die primären Wicklungen in den Fahrdraht, die sekundären in den Mantel eines parallel zur Bahn etwa 1,9 m von Gleismitte entfernt geführten Fernmeldekabels geschaltet wurden. Das Übersetzungsverhältnis der Transformatoren betrug 260:30. Durch diese Maßnahme gelang es, die EMK in den Adern des Kabels von etwa 4 V für 100 Akm (infolge von Schienenverbindern und einer parallel zur Bahn verlaufenden Rückleitung aus Kupfer ist die in den Kabeladern induzierte EMK verhältnismäßig niedrig) auf etwa 0,5 V für 100 Akm herabzusetzen. Es dürfte keine erheblichen Schwierigkeiten machen, die EMK durch Wahl geeigneter Transformatoren oder Verringern ihres Abstandes weiter zu verkleinern.

Es ist also möglich, durch Kompensationswirkungen benachbarter Leiter die induzierte EMK bis auf verhältnismäßig kleine Beträge zu senken. Ob dies mit Hilfe der Schienen oder des Kabelmantels geschieht, ist gleichgültig, das Endergebnis ist annähernd dasselbe. Die Höhe der Kosten ist hierbei wohl ausschlaggebend. Wahrscheinlich wird von Fall zu Fall entschieden werden müssen, welche Kompensationsmittel die wirtschaftlichsten sind.

Bei der Besprechung der Kompensationswirkungen ist bereits gezeigt worden, mit welchen induzierenden Amperekilometern man bei Bahnanlagen im Betriebsfall zu rechnen hat. Es soll nun noch kurz darauf hingewiesen werden, wie groß bei Kurzschlüssen auf der Bahnseite die induzierenden Amperekilometer und somit die induzierten elektromotorischen Kräfte in den Schwachstromleitungen werden.

Die Größe des Kurzschlußstromes bei den Bahnanlagen ist abhängig von dem Abstand des Kurzschlußpunktes vom Kraftwerk. Kurzschlüsse auf den Fahrleitungsabschnitten, die in der Nähe des Kraftwerkes liegen, verursachen größere Kurzschlußströme als weiter vom Kraftwerk entfernt auftretende. Bei den letzten wird der Kurzschlußstrom durch den Spannungsabfall in der Speiseleitung vermindert. Innerhalb eines Fahrleitungsabschnittes ist der Kurzschlußstrom naturgemäß um so stärker, je näher am Unterwerk er erfolgt. Dämpfend auf den Kurzschlußstrom

Digitized by Google

wirken die Transformatoren im Unterwerk und Kraftwerk. Mit Rücksicht auf Kurzschlüsse haben auch meistens die Generatoren des Kraftwerkes verhältnismäßig hohen induktiven Widerstand, so daß die Kurzschlußströme keine gefährliche Höhe erreichen können.

Die Zahlentafel 4 zeigt durch Messungen ermittelte Kurzschlußströme und die hierbei entstehenden EMK-Werte in Kabeladern.

Zahlentafel 4.

Kurzschlußströme in verschiedenem Abstand vom Unterwerk		
a) In einem Fahrleitungsabschnitt, der in der Nähe des Kraftwerkes lag.		
Kurzschluß erfolgte	Kurzschlußstrom effektiv	Induzierte EMK in Kabeladern
150 m vom Unterwerk	1200 A	
16 km „ „	900 „	
32 km „ „	800 „	
60 km „ „	600 „	
b) In einem Fahrleitungsabschnitt, der in größerer Entfernung vom Kraftwerk lag.		
9 km vom Unterwerk	870 A	330 V
24 km „ „	730 „	700 „
37 km „ „	640 „	1000 „
49 km „ „	550 „	1160 „
c) In einem Fahrleitungsabschnitt, der in mittlerer Entfernung vom Kraftwerk lag.		
30 km vom Unterwerk	800 A	

Bei den Messungen arbeitete im Kraftwerk auf das Netz nur ein Generator, dessen Leistung für den Bahnbetrieb vollauf genügte. Da zu vermuten war, daß die Kurzschlußströme stärker werden, wenn bei Zunahme des Bahnbetriebes die Leistung des Kraftwerkes vergrößert werden muß, sind auch Messungen ausgeführt worden, bei denen zwei und drei Generatoren auf das Netz arbeiteten. Es zeigte sich hierbei, daß die in der Zahlentafel angegebenen Stromwerte um etwa 20 v. H. höher liegen, wenn zwei Generatoren das Netz speisen, und daß der Kurzschlußstrom nicht zunimmt, wenn noch ein dritter Generator zugeschaltet wird.

Die Dauer des Kurzschlusses beträgt $^1/_4$ bis $^1/_2$ Sekunde. Bekanntlich haben die Unterwerke Einrichtungen, sogenannte Höchststromrelais, die bei einer unzulässig hohen Stromstärke im Fahrdraht diesen selbsttätig vom Netz abschalten. Von der Arbeitsweise dieser Relais und ihrer sorgfältigen Instandhaltung hängt die Dauer des Kurzschlußstromes ab. Bei der Bahnanlage Kristiania—Drammen in Norwegen arbeiten die Höchstromrelais so vorzüglich, daß die Kurzschlußdauer nur etwa zwei Perioden, also $^1/_8$ Sekunde beträgt.

Bei den in der Zahlentafel unter b erwähnten Kurzschlußversuchen sind die von den Kurzschlußströmen induzierten elektromotorischen Kräfte in Kabeladern ermittelt worden. Das Kabel lag hierbei etwa 8 m von Bahnmitte entfernt.

Die induzierte EMK betrug rund 1000 V, wenn der Kurzschluß am Ende eines Streckenabschnittes (37 km Parallelführung) erfolgte; sie wird auf etwa 1200 V steigen, wenn das Kraftwerk das Netz mit mehreren Maschinen speist. Etwas größere Werte sind bei Kurzschlüssen in dem nahe am Kraftwerk befindlichen Fahrleitungsabschnitt zu erwarten. Hierbei wird die induzierte EMK unter sonst gleichen Verhältnissen anstatt 1200 etwa 1400 V betragen.

Die in der Tafel angeführten EMK-Werte sind in Kabeln ermittelt worden, bei denen die Kabelmäntel bereits gut leitend durchverbunden waren. Um 30—40 v. H. höhere Werte als die angegebenen erhält man in oberirdischen Freileitungen und in Kabeln, bei denen dies nicht der Fall ist. Um etwa 25 v. H. geringere Werte sind, und zwar nach den Versuchen mit betriebsmäßigen Fahrstromstärken, in Kabeln mit Bandbewehrung zu erwarten, noch kleinere dann, wenn man den Widerstand des Kabelmantels durch untergelegte Kupferdrähte verringert oder wenn man Saugtransformatoren verwendet.

Die Frage ist nun: kann unter diesen Verhältnissen, wenn solche hohen elektromotorischen Kräfte in den Kabeln auftreten, überhaupt ein Schwachstrombetrieb vor sich gehen? Das ist ohne weiteres der Fall, wenn bei den Kabeln der Schwachstrombetrieb in Doppelleitungen vor sich geht und die Betriebsapparate in Parallelschaltung liegen. In beiden Adern wird ja wegen der engen Verdrillung der Adern die gleiche EMK induziert, so daß Spannungsunterschiede und somit Störungen nicht auftreten, im Gegensatz zu oberirdischen Leitungen, bei denen

Digitized by Google

leichter Störungen entstehen, weil volle Symmetrie nicht zu erzielen ist.

Wenn man nun auch den Betrieb störungsfrei machen kann, so bleibt doch noch die Gefahr bestehen, daß infolge der hohen Spannungen, welche die Kabeladern gegen Erde haben, Personen gefährdet und Kabeldurchschläge hervorgerufen werden, die u. U. eine Zerstörung des Kabels zur Folge haben könnten.

Für einen Spannungsüberschlag von der Kabelader nach Erde oder Kabelmantel, der bei Kurzschlüssen auf der Bahnseite zu befürchten wäre, ist nun nicht die induzierte EMK maßgebend, die bisher immer in Betracht gezogen wurde, sondern die Spannung, welche die Kabelader gegen Erde hat. Diese Spannung ist längs der Leitung verschieden.

In einer isolierten Leitung ist die Spannung gegen Erde gegeben durch

$$\mathfrak{V} = k \cdot J_o \cdot \mathfrak{Z} \frac{\mathfrak{Sin}\,\gamma\left(\frac{l}{2} - x\right)}{\mathfrak{Cof}\,\gamma\,\frac{l}{2}},$$

wobei γ die Fortpflanzungskonstante und $\mathfrak{Z}$ die Charakteristik der Leitung ist.

$$\gamma = \sqrt{(R + j\,\omega\,L) \cdot (A + j\,\omega\,l)}$$

$$\mathfrak{Z} = \sqrt{\frac{R + j\,\omega\,L}{A + j\,\omega\,l}}.$$

Für $x = 0$ und für $x = l$, also am Anfang und Ende der Leitung, wird $\mathfrak{V}$

$$\mathfrak{V} = k \cdot J_o \cdot \mathfrak{Z} \cdot \mathfrak{Tg}\,\gamma\,\frac{l}{2}$$

und $$\mathfrak{V} = -k \cdot J_o \cdot \mathfrak{Z} \cdot \mathfrak{Tg}\,\gamma\,\frac{l}{2},$$

während für $x = \frac{l}{2}$, also in der Mitte der Leitung,

$$\mathfrak{V} = 0 \text{ wird.}$$

D. h. in einer isolierten Leitung, die von einer gleich langen Starkstromleitung induziert wird, verteilt sich die Spannung gegen Erde so, daß in der Mitte der Leitung die Spannung 0 gegen Erde herrscht, während sie nach den Enden zu auf $\frac{\mathfrak{V}}{2}$ steigt, wenn $\mathfrak{V}$ die gesamte Spannung gegen Erde ist.

Beträgt also bei Kurzschluß die induzierte EMK etwa 1400 V, so herrscht an jedem Ende der Leitung eine Spannung von annähernd 700 V gegen Erde. Bekommt die Schwachstromleitung an einem Ende einen Erdschluß, so verschiebt sich das Spannungsdiagramm in der Weise, daß am geerdeten Ende die Spannung Null, am anderen die volle Spannung $\mathfrak{V}$ vorhanden ist, die gegeben ist durch

$$\mathfrak{V} = k \cdot J_o \cdot \mathfrak{Z} \cdot \mathfrak{Tg}\,\gamma\,l.$$

In diesem Falle hätten wir also bei Kurzschluß am Ende der Leitung die Spannung von etwa 1400 V gegen Erde. Erdschlüsse in Kabeladern müssen also möglichst vermieden oder wenigstens so schnell wie möglich beseitigt werden.

Die gesamte Spannung $\mathfrak{V}$ gegen Erde ist nun um den Spannungsabfall in der Leitung kleiner als die induzierte EMK. Auch bei isolierter Leitung ist ja ein Stromschluß vorhanden, der über die Kapazitäten der Leitung nach Erde erfolgt, so daß sich ein Spannungsabfall ergibt. Während die induzierte EMK proportional der Länge der Parallelführung l wächst, nimmt die Spannung $\mathfrak{V}$ gegen Erde mit $\mathfrak{Tg}\,\gamma\,l$ zu. Dieser Wert nähert sich dem Grenzwert l, d. h. mit wachsender Länge der Parallelführung kann bei gleichem induzierenden Strom die Spannung $\mathfrak{V}$ gegen Erde über einen bestimmten Grenzwert nicht anwachsen. Bei welcher Länge dieser Grenzwert erreicht wird, hängt natürlich davon ab, welchen Wert γ, welche Eigenschaften also die Schwachstromleitung hat. Wenn also im Laufe der Zeit die elektrifizierten Bahnstrecken sehr lang werden, so werden zwar in den parallel mit der Bahn verlaufenden Leitungen sehr hohe elektromotorische Kräfte induziert; die Spannung dieser Leitung gegen Erde wächst jedoch über einen bestimmten Wert nicht an.

Bild 4 zeigt den Verlauf der induzierten EMK und der Spannung gegen Erde in Kabeladern in Abhängigkeit von der Länge, wenn der induzierende Strom eine Periodenzahl von $16^2/_3$ hat (Bahnstrom). Man erkennt, daß bei Parallelführungen bis etwa 50 km Länge die Spannung gegen Erde gleich der induzierten EMK ist. Mit wachsender Länge wird der Unterschied größer: Bei der 1,5-mm-Ader ist der Grenzwert bei etwa 150 km erreicht, bei der 0,8-mm-Ader infolge des größeren γ bei etwa 78 km. Noch größer sind die Unterschiede zwischen induzierter EMK und Spannung gegen Erde bei 50-periodigem Strome, wie Bild 5 zeigt.

Digitized by Google

Da γ mit der Periodenzahl ansteigt, sind die Spannungen, die von den Oberschwingungen der Stromkurven herrühren, praktisch unabhängig von der Länge der Parallelführung. Bild 6 zeigt die Spannung gegen Erde, die von einer Oberschwingung von n = 800 herrührt.

Die Schwachstromkabel sind so hergestellt, daß sie eine Spannung von etwa 2500 V einige Minuten vertragen. Größere Spannungen als 1500 V gegen Erde sind wohl selbst in Kabeladern, die dicht am Bahnkörper verlegt sind, nicht zu erwarten. Spannungen unter 1500 V wird man wohl für kurze Zeit, nämlich während der Dauer eines Kurzschlusses, in Kauf nehmen müssen, falls man nicht die geschilderten Kompensationsmittel anwendet oder die Kabel in größerem Abstande vom Bahnkörper führt.

An den bereits elektrifizierten Bahnen in Deutschland sind normale Kabel verlegt; irgendwelche besonderen Kompensationsmittel sind nicht angewendet. Betriebsstörungen, insbesondere Kabeldurchschläge, sind bisher nicht vorgekommen; auch ist Bedienungspersonal, das mit den Anlagen beschäftigt wird, bisher in keiner Weise gefährdet worden. Das Bedienungspersonal der Betriebsapparate kann vor den hohen induzierten Spannungen der Ader dadurch geschützt werden, daß die Betriebsapparate nicht unmittelbar mit den Kabeladern verbunden werden, sondern über Übertrageeinrichtungen. Beim Fernsprechbetrieb würde man hierzu normale Übertrager nehmen (Transformatoren), für den Telegraphenbetrieb Relaisübertragungen.

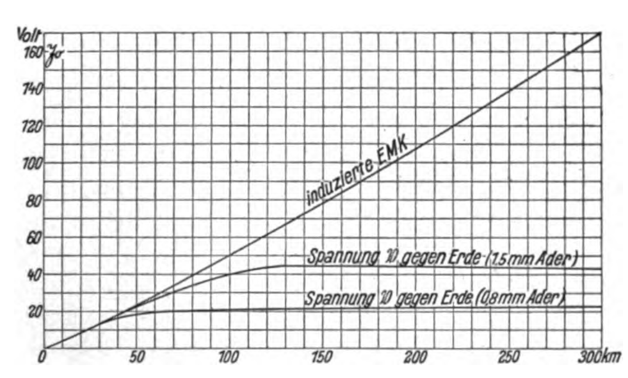


Bild 4. Induzierte EMK u. Spannung ($\mathfrak{V}$) in Abhängigkeit von der Länge der Parallelführung. Induziert von J_0 mit 50 Per.

Vollständige Freiheit des Schwachstrombetriebes von Störungen, die durch die Grundwelle der Starkstromleitung veranlaßt sind, ist beim Kabelbetrieb ohne Schwierigkeit zu erreichen, nicht immer aber Freiheit von Störungen, die von den Oberschwingungen der Störspannungs- oder Störstromkurven herrühren. Für die Oberschwingungen treten unter Umständen doch geringe Spannungsunterschiede zwischen den beiden Zweigen auf, weil die Spannungsabfälle in beiden Zweigen infolge ungleicher Werte von γ verschieden sind. Der Wert von γ ist ja um so größer, je höher die Periodenzahl ist. Ungleichheiten von γ machen sich also bei hohen Periodenzahlen stärker bemerkbar. Hat der Störstrom kräftige Oberschwingungen, die im Bereich der Fernsprechfrequenzen liegen, so können diese auf den Fernsprechbetrieb störend einwirken. In der Hauptsache ist der Wert von γ durch die Kapazität der Kabeladern, und wenn es sich um pupinisierte Adern handelt, durch die Selbstinduktivität der Pupinspulen bedingt. Man muß also, um solche Störungen durch Oberschwingungen zu vermeiden, die Erdkapazitäten der Kabel und die Selbstinduktivitäten der Spulen absolut gleich machen. Die Selbstinduktivitäten der Spulen lassen sich in der Fabrik wohl mit der nötigen Genauigkeit herstellen, nicht aber die Kabelkapazitäten. Diese müssen im allgemeinen später nach der Verlegung des Kabels ausgeglichen werden.

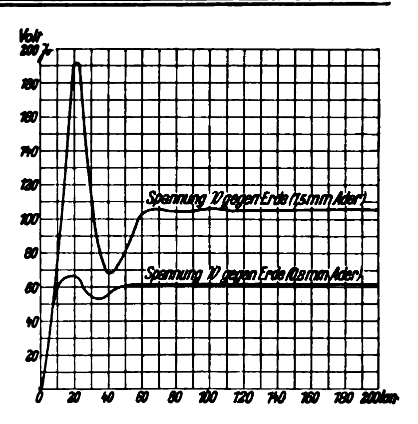


Bild 5. Induzierte Spannung ($\mathfrak{V}$) und Abhängigkeit v. d. Länge d. Parallelführung. Induziert von J_0 mit 800 Per.

Küpfmüller hat gezeigt, wie weit die Erdkapazitäten abzugleichen sind, damit die Spannungsunterschiede so gering werden, daß der Fernsprechbetrieb nicht gestört wird. Ausgehend von den induzierten Spannungen gegen Erde hat er eine Beziehung ermittelt, aus der sich die notwendige Genauigkeit des Ausgleichs folgern läßt.

Diese Beziehung lautet:

$$\frac{\mathfrak{V}_i}{\mathfrak{V}_1} = \frac{1}{2}\,c,$$

Digitized by Google

wenn c die relative Verschiedenheit der beiden Erdkapazitäten ist:

$$c = \frac{C_2 - C_1}{C_1}$$

und $\mathfrak{B}_i$ die Spannungsdifferenz, $\mathfrak{B}_1$ die Spannung gegen Erde eines Zweiges der Doppelleitung ist.

Hat man z. B. durch Messungen ermittelt, daß von einer störenden Oberschwingung in den Adern des Kabels eine Spannung von maximal 1,0 V induziert wird, und verlangt man, daß in der Doppelleitung der Spannungsunterschied nicht größer als 0,001 V sein soll, so ergibt sich aus der Gleichung, daß die Erdkapazität einer Ader um nicht mehr als 0,2 v. H. von der der anderen verschieden sein soll.

Was den Ausgleich selbst betrifft, so kann man ihn durch Zusatzkondensatoren oder durch entsprechendes Vertauschen der Adern ausführen.

Verwendet man die vorstehend geschilderten Kabel mit besonders ausgebildetem Mantel als Induktionsschutz, so wird man vielleicht den Ausgleich nicht benötigen. Wie Versuche an dem 5 km langen Versuchskabel gezeigt haben, übt der Mantel auch gegen die höheren Harmonischen eine erhebliche Schutzwirkung aus. Bei 1000 periodigem Strom im Fahrdraht betrug der induzierte Strom in den Adern des Versuchskabels nur 1,4 mA, während in dem Betriebskabel, das neben diesem Versuchskabel lag, bei gleicher Länge beider Kabel, gleichem Aderdurchmesser und unter sonst gleichen Verhältnissen 6,6 mA induzierter Strom ermittelt wurden. Auch wenn man künstliche Unsymmetrien an beiden Kabeln herstellt, zeigt es sich, daß das Kabel mit Mantelschutz bedeutend unempfindlicher hiergegen ist als das Betriebskabel. Man braucht also bei diesen Kabeln die Symmetrie der Adern nicht mit der Genauigkeit herzustellen wie bei normalen Kabeln.

Die Oberschwingungen selbst rühren teils von den Generatoren her, die konstruktiv nicht so durchgebildet sind, daß ihre Spannungskurven vollständig sinusförmig sind, teils von den Lokomotiv- und den Nebenmotoren. Hierbei entstehen Oberschwingungen entweder durch die Einwirkung von Wicklungsnuten auf Ständer und Läufer oder durch die Einwirkungen von stromwendenden Ankerspulen auf das Magnetfeld oder durch die Kommutatoren. Oberschwingungen entstehen ferner noch durch die Transformatoren, verursacht durch die Magnetisierung des Eisens. Besonders unangenehm sind die von den Lokomotivmotoren herrührenden Oberschwingungen, deren Frequenzen sich entsprechend der Fahrgeschwindigkeit dauernd ändern. Aufgabe der Starkstromtechnik ist es, diese Oberschwingungen, die auch für die Kraftübertragung nicht erwünscht sind, soweit wie möglich zu unterdrücken.

Neuere Schaltanlagen auf Schiffen mit der Sicherheitsschaltung System Carl Meyer. D. R. P.

Von Obering. Carl Meyer, Blohm & Voß, Komm. Ges. a. A., Hamburg.

Für die betriebssichere Stromversorgung der elektrischen Anlagen ist die Ausbildung der Zentralen und im besonderen auch der Schaltanlagen von ausschlaggebender Bedeutung.

In Landanlagen arbeiten die Stromerzeuger meistens in Parallelschaltung auf das zusammenhängende Verteilungsnetz. Diese Schaltung gestattet das Umschalten der Belastung von einer Maschine auf die andere ohne Unterbrechung; sie bietet in bezug auf einfache und übersichtliche Bauart der Schaltanlage, bequeme Bedienung und ökonomische Ausnutzung der Maschinen die größten Vorteile. Nachteilig ist jedoch, daß bei Havarie einer Zentralen-Maschine die ganze Stromversorgung in Frage gestellt werden kann. Die havarierte Maschine fällt aus und nimmt an der Tragung der Zentralenbelastung plötzlich nicht mehr teil. Die übrigen im Betriebe befindlichen Maschinen werden überlastet, durch ihre Automaten bzw. Sicherungen abgeschaltet, und die Zentrale ist stromlos. Um eine derartige Störung zu vermeiden, wäre man gezwungen, die laufenden Maschinen nicht voll zu belasten, so daß also bei Ausfall einer Maschine die restlichen Maschinen noch die volle Belastung tragen können. Das bedingt eine große Anlage, deren Maschinen nicht voll ausgenutzt werden und die dann unwirtschaftlich arbeitet.

Auf Schiffen sind die Raumverhältnisse beschränkt, so daß die Zentralen nicht beliebig

Digitized by Google

groß gemacht werden können. Trotzdem muß die Stromversorgung unbedingt sichergestellt sein, wegen der Wichtigkeit der von ihr abhängigen Anlagen. Deshalb hat auf Schiffen die Parallelschaltung bislang wenig Verwendung gefunden, man hat die Generatoren einzeln auf getrennte Netze arbeiten lassen: Einzelschaltung. Bei dieser Einzelschaltung bleibt die Störung einer Maschine auf ihr Netz beschränkt, so daß eine teilweise Stromversorgung gesichert bleibt, und diese genügt bei dem bisherigen Umfange der elektrischen Anlage besonders bezüglich der Beleuchtung bei geeigneter Lampenverteilung, um schwerwiegenden Schaden für das gesamte Schiff fernzuhalten. Die einzelnen Generatoren können allerdings auch nicht voll ausgenutzt werden, da nur ganze Stromkreise auf sie geschaltet werden können. Eine Verteilung der Last eines Stromkreises auf mehrere Maschinen ist nicht möglich. Man ist gezwungen, zur bestmöglichen Ausnutzung der Maschinen die Stromkreise weitgehend zu unterteilen, was die Anlage vergrößert und verteuert. Die Schaltanlagen werden auch sonst recht kompliziert, da es nötig ist, die einzelnen voneinander getrennt arbeitenden Stromkreise wahlweise auf die verschiedenen Maschinen schalten zu können. Dieses Umschalten bringt eine Stromunterbrechung mit sich, was besonders bei größeren Kraftanlagen nachteilig ist. Ferner ist es von Nachteil, daß die bei Ausfall eines Generators an ihm hängenden Stromkreise stromlos werden und erst durch Umschalten von Hand auf eine andere Maschine wieder unter Spannung gesetzt werden müssen.

Nachdem nun die Elektrizität an Bord immer weitere Verwendung gefunden hat und auch solche Anlagen mit ihr betrieben werden, wie z. B. elektrische Rudermaschinen, Schmieröl- und Kühlwasserpumpen für Hauptmaschinen, die keine auch nur kurze Stromunterbrechung vertragen, ohne Schiff und Maschine ernstlich zu gefährden, so ist auf den neuesten Schiffen die Parallelschaltung wieder mehr zur Anwendung gekommen, da die Parallelschaltung das Umschalten der Belastung von einer Maschine auf die andere ohne Unterbrechung gestattet und auch bei Ausfall einer Maschine die betriebsfähigen Maschinen selbsttätig die Last übernehmen. Durch die Sicherheitsschaltung System Carl Meyer D. R. P. wird in diesem Fall selbsttätig verhindert, daß eine Überlastung der Generatoren eintritt, indem die Sicherheitsschaltung beim Ausfall eines Generators selbsttätig ein Abschalten einer wählbaren Anzahl Stromverbraucher bewirkt.

Die Zentralenmaschinen können also stets mit voller Belastung gefahren werden, ohne daß man befürchten muß, daß bei Ausfall einer Maschine die restlichen überlastet werden und ebenfalls versagen. Es wird dann im Fall einer Störung und bis zu ihrer Beseitigung durch Inbetriebsetzung einer Reservemaschine die Belastung der Zentrale dadurch eingeschränkt werden, daß minderwichtige Verbraucher, wie z. B. Lüftung, Beleuchtung, elektrische Heizung usw., zeitweise ausfallen bzw. eingeschränkt werden, was ohne Schaden auf einige Zeit möglich ist. Diese Stromkreise werden selbsttätig abgeschaltet, da eine ständige Schalttafelwache nicht vorhanden ist und eine solche auch schwerlich ein genügend rasches Abschalten bewerkstelligen könnte. Gespannte Aufmerksamkeit würde auf die Dauer doch ermüdend wirken. Besonders auf Schiffen mit Öldynamos müssen die Stromkreise rasch abgeschaltet werden können, da Ölmaschinen gegen Überlastung recht empfindlich sind.

Die Wirkungsweise der Sicherheitsschaltung sei an Hand von Bild 1 beschrieben, in dem das Schema für eine Zentrale mit drei parallel geschalteten Generatoren und sechs abgehenden Stromkreisen bei einpoliger Leitungsverlegung dargestellt ist.

Die Maschinen M^1, M^2, M^3 sind durch die selbsttätigen Schalter A^1, A^2, A^3 gesichert. Diese sind mit Zeitverzögerung versehen und haben je einen mit ihnen zwangläufig verbundenen Hilfsschalter B, der in Hintereinanderschaltung mit einem von einem Hebelantrieb betätigten Schalter C liegt. Beim Einschalten des Automaten A wird der Schalter B geöffnet, der Kontakt C ist geschlossen. Der Stromkreis über diese beiden Schalter ist also bei B unterbrochen (siehe Schaltstellung von A^2 für M^2). Beim Ausschalten von Hand wird B geschlossen und dafür C geöffnet, so daß auch jetzt der Stromkreis unterbrochen ist (M^3). Beim Selbstauslösen der Automaten bleibt C geschlossen, der Schalter B wird wie vorher geschlossen, so

Digitized by Google

daß jetzt über B und C ein Stromkreis geschlossen werden kann (M^1). Dieser Stromweg wird benutzt, um die Selbstschalter D derjenigen Stromkreise, die beim selbsttätigen Abschalten einer Maschine M ebenfalls abgeschaltet werden sollen, auszulösen.

Die Selbstschalter D der Verteilungsstromkreise sind je mit einer zusätzlichen Spule E versehen, die sie beim Stromdurchgang auslösen. In jedem Stromkreise nach den einzelnen Verteilungsschaltern D ist ferner ein von Hand zu betätigender Schalter F angeordnet, der gestattet, die Sicherheitsschaltung für die einzelnen Stromkreise „ein"- oder „aus"-zuschalten, also die beim Ausfallen einer Maschine M selbsttätig außer Betrieb zu bringenden Verbraucherstromkreise zu bestimmen.

In Bild 1 hat der Maschinenautomat A^1 von M^1 gerade ausgelöst, mit dem Handbetrieb ist noch nicht angeschaltet, der Schalter C^1 liegt also noch in der Einschaltstellung. Die Verteilungsschalter D^1 und D^2 sind mittels der Schalter F^1 und F^2 auf die Sicherheitsschaltung eingestellt. Die Maschine M^2 ist noch eingeschaltet, die Maschine M^3 ist, von Hand ausgeschaltet, außer Betrieb.

Der Stromverlauf beim selbsttätigen Auslösen des Schalters A^1 des Generators M^1 ist der folgende:

Von der Sammelschiene S geht der Auslösestrom über die Schalter B^1, C^1 und F^1, F^2 nach den Spulen E^1 und E^2, und von hier nach dem mit ausschalten. Der Schalter D^3 bleibt aber eingeschaltet, da sein Schalter F^3 nicht eingelegt war. Der Schalter D^4 war offen.

Da nun beim Abschalten der Maschine M^1 die auf dieser vorhanden gewesene Last sofort von der Maschine M^2 übernommen wird, so wäre zu befürchten, daß deren Maschinenautomaten eher ansprechen, als die Verteilungsstromkreise abgeschaltet sind. Die Maschinenautomaten haben daher eine Zeitverzögerung, um den Verteilungsschaltern Zeit zum Auslösen zu geben.

Nach der in diesem Schaltschema dargestellten Sicherheitsschaltung bleibt die Auslösespule E so lange unter Spannung, bis durch Schaltung von Hand der Auslösestrom bei C^1 unterbrochen wird.

Nach der in Bild 2 dargestellten Schaltung ist eine Änderung des Anschlusses der Auslösespulen E insofern getroffen, als hier die Spulen E an die abzweigenden Stromkreise gelegt sind und die Spulen mit dem Abschalten des Verteilungsschalters ebenfalls abgeschaltet werden. Die Spulen können daher für bedeutend kürzere Zeitbelastung bemessen werden.

Bei der Schaltung nach Bild 2 werden die abgehenden Stromkreise mit den Schaltern D^1 bis D^4 in wahlweiser Abhängigkeit von den einzelnen Generatoren M^1 bis M^3 geschaltet, so daß jedem von ihnen eine Anzahl Stromkreise zugeordnet ist, die beim Ausfall des betreffenden Generators mit ausfallen. Die Einrichtung zum

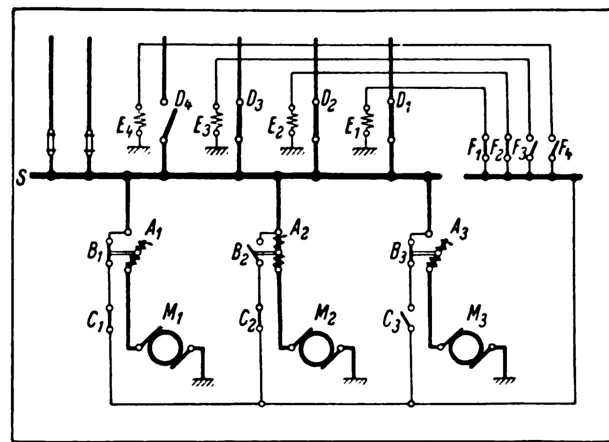


Bild 1. Prinzipschema der Sicherheitsschaltung.

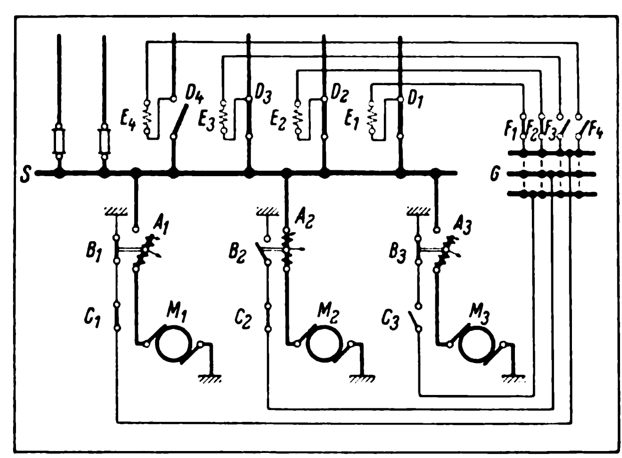


Bild 2. Abgeänderte Schaltung.

anderen Pol zurück, der im vorliegenden Fall, wie auf Schiffen üblich, an den Schiffskörper gelegt ist. Die Schalter D^1 und D^2 werden so- wahlweisen Schalten der Verteilungsschalter auf die einzelnen Maschinen ist durch die Stöpseltafel G angedeutet.

Digitized by Google

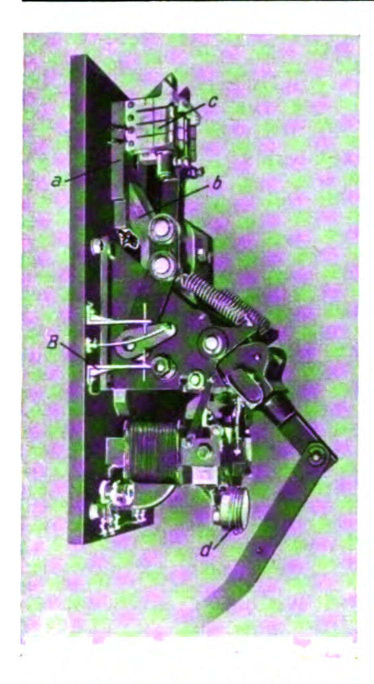


Bild 3. Maximal- und Rückstromschalter.

Für eine Schaltanlage mit der Sicherheitsschaltung sind mit kleinen Ausnahmen nur normale fabrikationsmäßig hergestellte Automaten und Schalter erforderlich. Die vorzunehmenden besonderen Ausführungen, wie z. B. Einbau von Zusatzspulen, sind von geringfügiger Bedeutung, insbesondere hinsichtlich der Kostenfrage.

Für Neuanlagen bietet der Einbau einer Sicherheitsschaltung keinerlei Schwierigkeiten. Die entstehenden Mehrkosten sind gering.

Auch in vorhandene Schaltanlagen dürfte der Einbau einer Sicherheitsschaltung leicht möglich sein, da Automaten jetzt fast durchweg zur Sicherung der Generatoren und der Hauptverteilerstromkreise an Stelle der Schmelzsicherungen verwendet werden. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß bereits vor einem Jahrzehnt die Engländer ihre Schnelldampfer „Olympic" und „Aquitania" mit Automaten ausgerüstet hatten. Jetzt dürfte die Anwendung von Automaten allgemein üblich sein.

Die einzelnen Schaltapparate, wie sie auf den Schiffen „Albert Ballin" und „Deutschland" verwendet wurden, seien nachstehend noch einzeln beschrieben. Bild 3 zeigt den einpoligen Maximal- und Rückstromschalter, der zum Schalten und zum Schutze der Generatoren dient. Dieser Selbstschalter nach der Bauart der Siemens-Schuckertwerke wird durch eine Sperrklinke in geschlossener Stellung gehalten und öffnet sich, sobald die Klinke unter der Einwirkung eines Elektromagneten (Auslöser) ausgelöst wird. Der die Auslösung bewirkende drehbare Magnetanker ist in seinem Schwerpunkte gelagert, damit die Automaten gegen Stöße und Erschütterungen möglichst unempfindlich werden. Diese Apparate haben Freiauslösung, bei der Wiedereinschalten durch Umlegen des Handhebels oder Festhalten des Schalters in der Einschaltung mittels des Handhebels unmöglich ist, so lange die Überlastung andauert.

Der Stromunterbrecher besteht aus einfachen Kontakten a aus Flachmetall, gegen welche lamellierte Kupferblechbürsten b mittels eines Kniehebels gepreßt werden. An den oberen Kontakten sowie an dem oberen Ende der Bürste sind Vorkontakte c angebracht, die den Funkenzieher bilden, d. h. vor der Hauptbürste den Stromkreis schließen bzw. nach ihr öffnen und die entstehenden Öffnungsfunken aufnehmen und unterbrechen. Die Verbindung der Bürste mit dem unteren Hauptkontakt wird dabei nicht aufgehoben, so daß an dieser kein Öffnungsfunke entstehen kann. Die Schalter sind mit Hilfskontakten B versehen, die zum Anschluß der Sicherheitsschaltung bzw. zum Anschluß von Signalzeichen (Glühlampen) dienen.

Der Schalterantrieb mittels Gestänge ist aus Bild 4 ersichtlich.

Der Hebel h, an dem der Handgriff des Gestänges sitzt, trägt seitlich zwei Ansätze A, mit denen er am Ende der Einschaltbewegung, nachdem die Halteklinke die Nase n gefaßt hat, an die Lagerwangen L anschlägt. Die beiden Ansätze A sind mit Blattfedern versehen, die sich an L anlegen. Diese Federn bewegen den Hebel h, sobald er freigegeben wird, ein wenig zurück. Dadurch wird erreicht, daß die den Hebel h mit dem eigentlichen Schaltwerk kuppelnde Klinke g, die beim Einschalten auf der Nase n unter Druck aufsitzt, gelüftet wird und von der Nase abfällt, so daß der Handhebel ungekuppelt daliegt. Der Auslösemagnet braucht also, um den Schalter auszulösen, nur die Halteklinke s auszuheben.

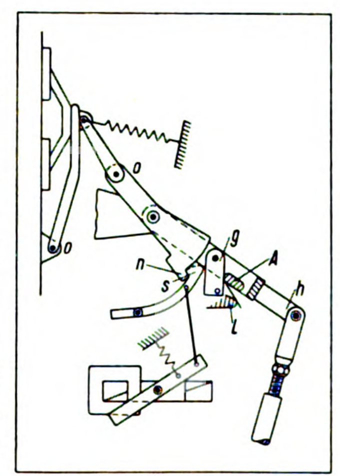


Bild 4. Antrieb für Maximal- und Rückstromschalter.

Für den Anschluß der Sicherheitsschaltung dienen die in Bild 3 deutlich erkennbaren Hilfskontakte B. Die Automaten für die Hauptmaschinen sind mit Zeit-

Digitized by Google

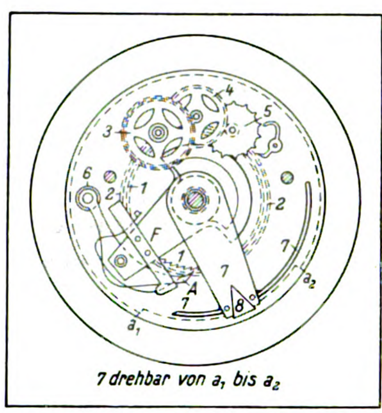


Bild 5. Hemmwerk.

auslösung ausgerüstet, sie haben ein Zeitrelais (z. B. ein Dosenhemmwerk), so daß die Auslösung bei Überstrom nicht momentan, sondern in Abhängigkeit von Strom und Zeit erfolgt.

Das Hemmwerk (Bild 5) besteht aus einem Uhrwerk mit Ankerhemmung. Der Auslöser greift an einem Kurbelhebel an, der mit einem zweiten Hebel F auf der Hauptwelle des Hemmwerks befestigt ist. Der Hebel F trägt an seinem Ende eine Sperrklinke A und kann mittels dieser ein Sperrad 1 in Umdrehung versetzen. Mit diesem Sperrad fest verbunden ist das Zahnrad 2, das über die Räder 3 und 4 das Sperrädchen der Ankerhemmung 5 antreibt. Die Sperrklinke A trägt an einer Verlängerung das Röllchen 6. Sobald dieses den über einer Skala drehbaren Anschlag 7 erreicht, wird die Sperrklinke mit ihrem Sperrad außer Eingriff gebracht, und das Hemmwerk löst aus. Der Anschlag 7 wird einfach durch Drehen des Schutzglases, mit dessen Rahmen er fest verbunden ist, eingestellt. Ein Zeiger 8 gibt auf der Skala den genauen Wert der Zeiteinstellung an.

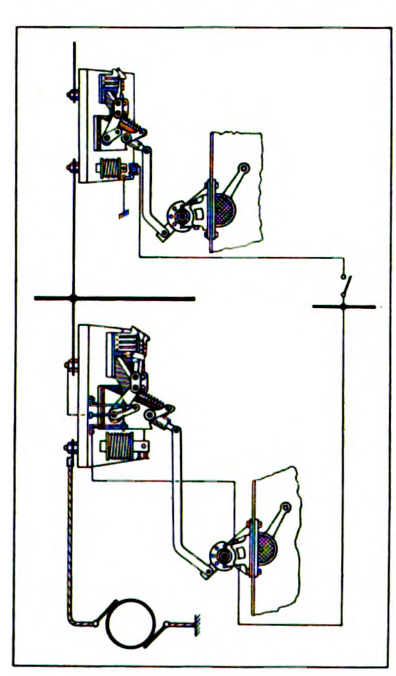


Bild 6. Schematische Anordnung von Maschinenautomat und Verteilungsautomat.

Die Automaten werden gern hinter der Schalttafel angeordnet und mittels Gestänge von der Vorderseite aus betätigt. Es ergibt dieses eine übersichtliche Schalttafel und eine gefahrlose Bedienung.

Bild 6 läßt den Aufbau der Schaltanlage mit rückseitig angeordneten Haupt- und Verteilungsautomaten in der Schaltung nach dem Schaltschema Bild 1 erkennen.

Bild 7 zeigt im besonderen den Handgriff für das Betätigungsgestänge zum Hauptautomaten und den mit dem Handgriff gekuppelten Hilfsschalter C, der als Walzenschalter ausgebildet ist. Dieser Hilfsschalter liegt, wie aus dem Schema der Sicherheitsschaltung hervorgeht, mit dem am Automaten selbst befindlichen Hilfsschalter B in Hintereinanderschaltung. Beim Einlegen des Hauptautomaten von Hand kommen die auf den Segmenten schleifenden Federpaare auf Kontaktschienen zu liegen und schließen ihren Stromkreis, der für den Sicherheitsstromkreis oder auch für einen Signallampenstromkreis genommen werden kann.

Bild 8 gibt die Vorderansicht der in der Werkstatt aufgebauten Schalttafel des H. A. L. Fahrgastschiffes „Deutschland“ wieder, die für Parallelschaltung der Hauptmaschinen eingerichtet und mit der Sicherheitsschaltung versehen ist. Bild 9 zeigt die auf „Albert Ballin“ eingebaute gleichartige Tafel. Die Hauptschalttafel befindet sich auf diesen Schiffen im Turbodynamoraum. Sie besteht aus 7 Feldern, auf denen alle zur Fortleitung und Kontrolle des Stromes erforderlichen Apparate und Instrumente angeordnet sind. Auf dem linken Feld befinden sich die Apparate für einen Motorgenerator für Kommandoanlagen, das zweite Feld enthält die Apparate und Instrumente für die Rudermaschine und die elektrische Telemotoranlage, die Felder 3, 4 und 5 zeigen die Apparate und Instrumente zum Schalten der drei Haupt-



Bild 7. Hilfsschalter C gekuppelt mit Handgriff für Gestänge des Hauptautomaten.

Digitized by Google

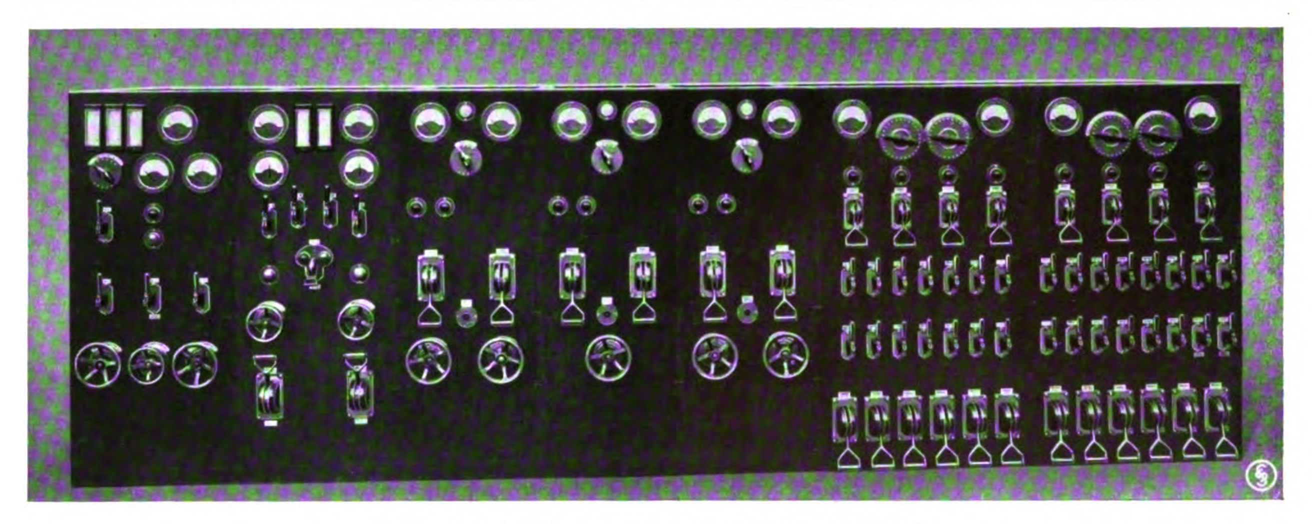


Bild 8. Schalttafel von Fahrgastschiff „Deutschland".

maschinen und die Felder 6 und 7 dienen für die Licht- und Kraftverteilung.

Die drei Turbogeneratoren haben hier eine Leistung von je 220 kW bei 115 V. Sie haben Compoundwicklung, um eine gleichmäßige Spannung bei allen Belastungen zu erzielen. Die Maschinen sind daher mit einer Ausgleichleitung verbunden, für die auf den drei Maschinen-Schaltfeldern entsprechende Schalthebel vorgesehen sind.

Bild 10 ist das zugehörige Schaltschema der Hauptstation dieser Schiffe mit den drei Turbogeneratoren. Wie aus dem Schema ersichtlich, sind nicht alle abgehenden Stromkreise an die Sicherheitsschaltung angeschlossen; ein Teil, und zwar die nach dem Schema als Dauerstromkreise bezeichneten bleiben auch bei Ausfall einer Maschine stets an die Sammelschienen angeschlossen, während die abschaltbaren Stromkreise mittels der Sicherheitsschaltung in Abhängigkeit von dem Ansprechen des Hauptautomaten abgeschaltet werden können.

Auf den Schiffen „Albert Ballin" und „Deutschland" beträgt die Betriebsspannung 110 V, das Netz ist einpolig verlegt und entsprechend auch die Schaltanlage einpolig ausgebildet. Auf Motorschiffen wird dagegen wegen der zahlreichen Kraftbetriebe die höhere Spannung von 220 V gewählt und die Anlage dann doppelpolig ausgeführt. Gerade auf Motorschiffen, wo alle für den Betrieb der Hauptmaschinen dienenden Hilfsmaschinen für Kühlwasser, Schmieröl usw. sowie die für den Schiffsbetrieb wichtige Rudermaschine elektrisch betrieben werden, würde ein auch nur kurzzeitiges Versagen der Stromversorgung schwerwiegende Folgen für die Hauptmaschine

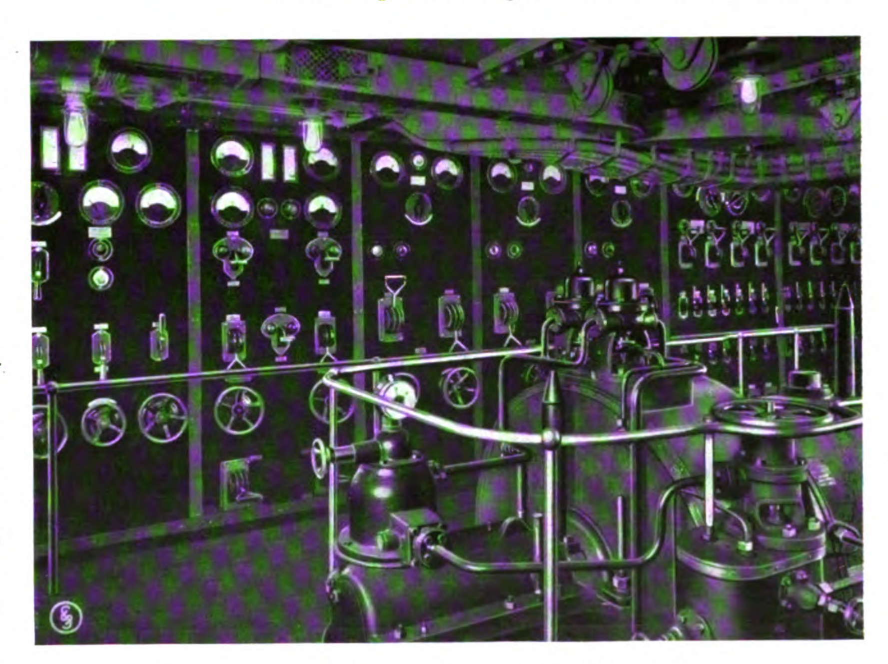


Bild 9. Schalttafel von Fahrgastschiff „Albert Ballin".

und das Schiff haben. Die Hauptmaschine ohne Kühlung und Schmierung würde beschädigt und betriebsunfähig, und das Schiff würde, abgesehen

Digitized by Google

von dem Schaden an der Hauptmaschine selbst, manövrierunfähig werden und wäre in ernster Gefahr. Mit dem plötzlichen Ausfall einer Zentralenmaschine muß aber immer gerechnet werden, es kann ein Lager festbrennen, es kann sich Wasser im Treiböl angesammelt haben, es kann die Kühlleitung bei Frost vereist sein usw., daher ist die Parallelschaltung mit der Sicherheitsschaltung für diese Schiffe von besonderer Bedeutung. Das Motorschiff „Vogtland" der H. A. L. hat die Sicherheitsschaltung erhalten, sie wird ferner auf den Fahrgastschiffen „Monte Sarmiento" und „Monte Olivia" der H. S. D. G. ebenfalls eingebaut. Die elektrische Anlage des Schiffes „Monte Sarmiento" ist besonders bemerkenswert, da dieses wohl die größte elektrische Anlage auf Handelsschiffen für längere Zeit bleiben wird. Die Primäranlage enthält fünf Dieselgeneratoren von je 450 kW bei 230 V. Die Gleichstromgeneratoren haben Compoundwicklung und werden miteinander parallel geschaltet. Das Schaltschema zeigt Bild 11. Die Verteilerstromkreise sind auch hier in Dauerstromkreise und in abschaltbare Stromkreise unterteilt. Die Verbindung der Sicherheitsschaltung mit den Haupt- und Verteilungsautomaten ist in Bild 12 im einzelnen dargestellt. Die Hauptautomaten haben zwei Auslösemagnete, in jedem Pol einen, deren Auslösezeiten verschieden eingestellt werden können. Damit ist es möglich, daß der Automat durch die eine Auslösespule bei kürzerer Überlastung von längerer Dauer und durch die andere Spule ohne Zeitverzögerung bei Überschreitung eines Maximalstromes sofort auslöst. Die richtige Einstellung der Auslösezeiten ist von Wichtigkeit und wird sich nach den jeweiligen Betriebsverhältnissen richten.

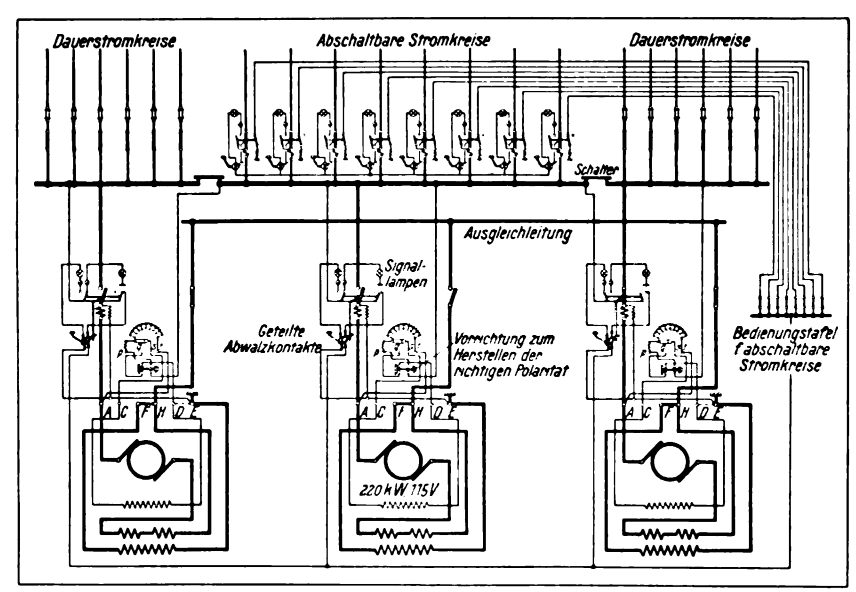


Bild 10. Schaltbild der Hauptstation auf S. S. Albert Ballin und Deutschland.

Vorstehend ist bereits darauf hingewiesen, daß durch die Anwendung der neuen Sicherheitsschaltung die Möglichkeit gegeben ist, die Größe der Primäranlage herabzusetzen und hierdurch wesentliche Ersparnisse zu erzielen. An einem Beispiel sei dieser wichtige Punkt näher dargelegt. Von den auf „Albert Ballin" und „Deutschland" vorhandenen drei Turbogeneratoren von je 220 kW sind auf der Fahrt zwei Maschinen im Betrieb, die dritte dient zur Reserve. Rechnungsmäßig war bei der Projektierung ein Energiebedarf von 300 bis 420 kW angenommen, was sich auch mit den späteren tatsächlichen Werten deckte. Der Durchschnittswert unterliegt natürlich größeren Schwankungen nach Jahreszeit und Fahrgastbelegung des Schiffes und ist auch täglich zu den einzelnen Tages- und Nachtzeiten Änderungen unterworfen. Ein getrennter Betrieb der Generatoren — mit Wählerschaltung — wäre nicht unbedenklich gewesen, da mit dem zeitweiligen Ausfall einer Maschine immer gerechnet werden muß, wobei es möglich ist, daß die betriebswichtigsten Stromkreise, bei denen eine Unterbrechung der Speisung die schwerwiegendsten Folgen nach sich ziehen kann, gerade auf die ausfallende Maschine geschaltet sind. Die Anwendung einfacher Parallelschaltung wäre bei Berücksichtigung des Verhältnisses der Zentralenleistung zur Höhe der Energieentnahme gleichfalls bedenklich, da bei Ausfall einer Maschine die im Betrieb verbleibende zweite Einheit überlastet und vom Netz abgeschaltet würde und hiermit die gesamte Stromversorgung des Schiffes unterbunden wäre. Es bliebe dann nur der Ausweg, die Zentrale um eine weitere Maschine zu vergrößern, so daß ständig drei schwach belastete

Digitized by Google

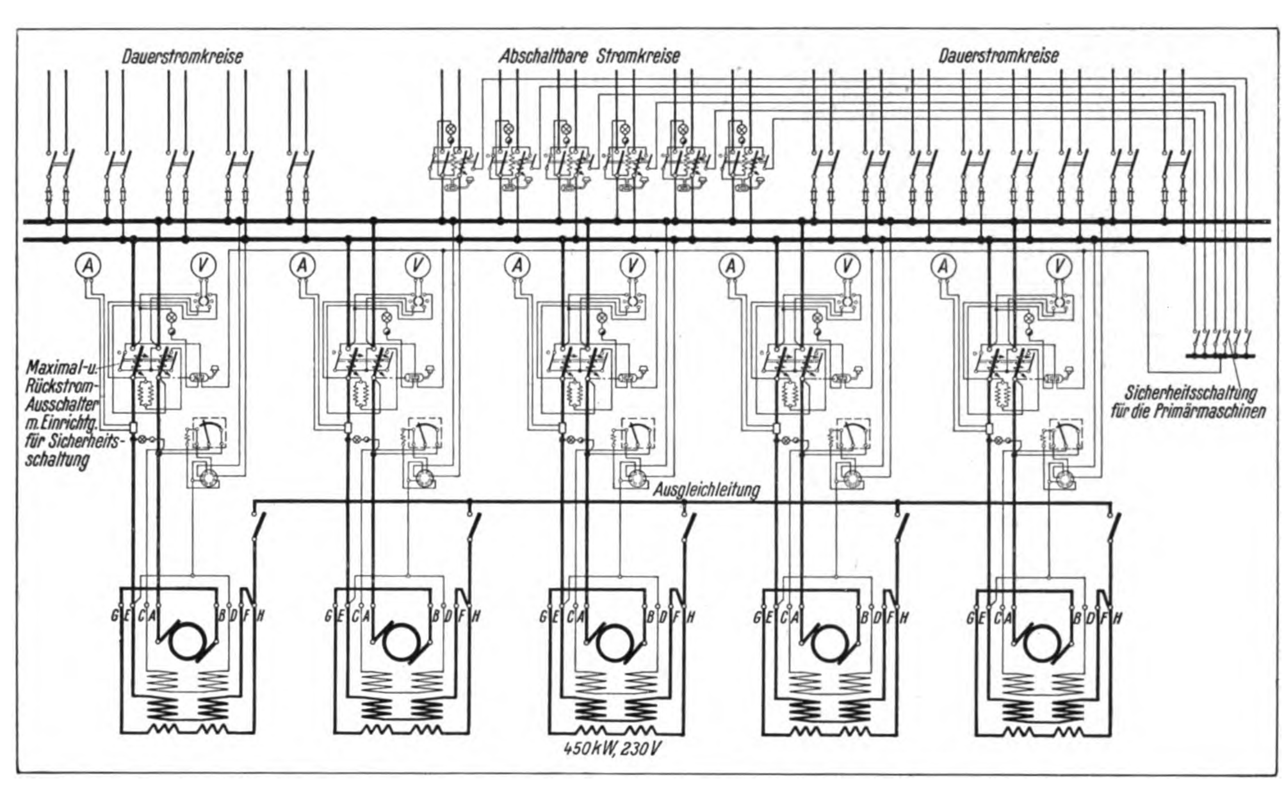


Bild 11. Hauptschaltbild der elektrischen Anlage auf Fahrgastschiff „Monte Sarmiento".

Einheiten laufen, wodurch bei Ausfall einer Maschine die verbleibenden zwei noch in der Lage sind, die Stromlieferung aufrecht zu erhalten. Es ergibt sich also folgende Gegenüberstellung:

A Sicherheitsschaltung Mehraufwand	B Einfache Parallelschaltung Mehraufwand
8 automatische Schalter an Stelle der Handschalter für die Verteilerstromkreise und Verbindung mit den Hauptautomaten etwa G.M. 1000,–	1 Turbogenerator mit Erweiterung der Schaltanlage usw. etwa G.M. 35 000,– Hierzu kommt noch der erhöhte Dampfverbrauch für die drei dauernd laufenden schwach belasteten Maschinen gegenüber zwei normal belasteten Maschinen.

Die Ersparnis durch Verwendung der Sicherheitsschaltung ist also ganz beträchtlich. Die Sicherheitsschaltung ist, wie aus den vorstehend beschriebenen Erläuterungen ersichtlich, eine einfache und betriebssichere Schaltung, die ohne wesentliche Kosten eingebaut werden kann. Sie gestattet im Gegenteil eine Ersparnis in der Bemessung der Größe der Anlage und bietet die Möglichkeit, den Betrieb wirtschaftlicher zu gestalten. Die auf den Schiffen eingebauten Anlagen haben den an sie gestellten Erwartungen in vollem Umfange entsprochen.

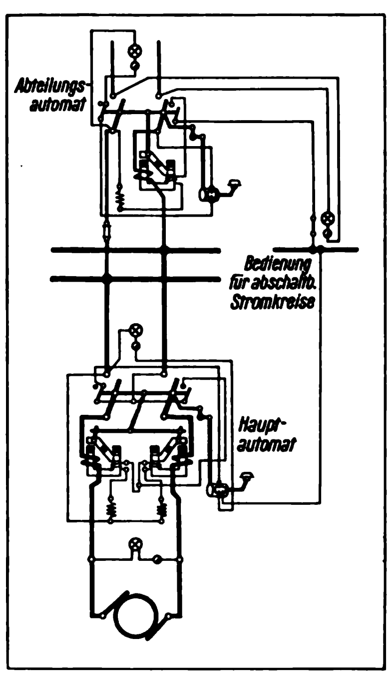


Bild 12. Schaltbild der Sicherheitsschaltung auf Fahrgastschiff „Monte Sarmiento".

Zum Schluß möge noch darauf hingewiesen werden, daß die Sicherheitsschaltung nicht nur für Schiffsanlagen wertvoll ist, sie dürfte sich auch in Landanlagen mit Vorteil verwenden lassen. So hat die in der elektrischen Zentrale der Werft von Blohm & Voß

Digitized by Google

eingebaute Sicherheitsschaltung bereits größere Betriebsstörungen wiederholt verhindert und der Leiter der Zentrale äußerte sich über den Wert der Schaltung wie folgt:

„Durch die Anwendung der Sicherheitsschaltung boten sich, von der erreichten bedeutenden Erhöhung der Betriebssicherheit im Netz abgesehen, folgende Vorteile für die Betriebsführung der elektrischen Zentrale: Es konnte eine relativ geringe Anzahl von Maschinen und Kesseln in Betrieb gehalten werden, so daß die Gesamtanlage weniger beansprucht und das Klarhalten einer Reservemaschine nicht erforderlich war. Auch die Bedienung der Schaltanlage wurde erleichtert. Die im Betrieb befindlichen Maschinen und Kessel wurden voll ausgenutzt, wobei sie am wirtschaftlichsten arbeiteten. Infolgedessen verringerten sich sowohl die Ausgaben für die Betriebsmittel als auch diejenigen für Löhne nicht unbeträchtlich."

Die Sicherheitseinrichtungen der Wiesbadener Theater

Von Regierungsbaumeister a. D. Berlit, Magistratsbaurat in Wiesbaden.

Am 18./19. März 1923 brannten die Bühne und einige Nebenräume des der Stadt Wiesbaden gehörenden Großen Staatstheaters vollständig aus. Der Brand war offenbar als Folge des Schlußaktes der Rienzivorstellung ausgebrochen und infolge Unzuverlässigkeit des Wächters der Feuerwache erst gemeldet worden, als die Flammen bereits das Bühnendach ergriffen hatten, so daß dieses bald nach Ankunft der Feuerwehr einstürzte. Der schnelle Zusammenbruch des Daches — etwa 25 Minuten nach dem wahrscheinlichen Ausbruch des Feuers — hatte insofern sein Gutes, als nunmehr der hohe Bühnenraum wie ein Schornstein wirkte und dadurch die Nebenräume nicht nur von Verqualmung frei blieben, sondern auch die Löschtätigkeit erheblich erleichtert wurde. Besonders wertvoll war es, daß man den eisernen Vorhang, der schon rotglühend geworden war, sowohl mit sechs Schlauchleitungen vom Zuschauerraum als auch von den Seitentüren der Bühne aus unter Wasser halten und so den Zuschauerraum retten konnte. Das Gebäude war 1893/94 als ein höchsten Anforderungen entsprechendes Hoftheater errichtet worden und kann heute noch als ein neuzeitlicher Theaterbau gelten, der, abgesehen von z. Zt. schwer zu behebendem Raummangel, nur geringfügiger Ergänzungen bedurfte, um den polizeilichen Baubestimmungen im wesentlichen zu entsprechen. Die beim Brand gemachten Erfahrungen und Beobachtungen führten dazu, beim Neuherstellen der Sicherheitseinrichtungen gegenüber den seither üblichen Bauarten zum Teil neue Wege zu gehen, bei denen die Elektrotechnik weitestgehend Verwendung fand.

Um schon zur rechtzeitigen Meldung des Feuers möglichst jede menschliche Unzuverlässigkeit auszuschalten, wurde eine selbsttätige Feuermeldeanlage nach der Bauart Siemens & Halske mit über 300 selbsttätigen Feuermeldern und 40 Meldedruckknöpfen ausgeführt. Alle Meldestellen sind in 20 getrennten Schleifenleitungen derart verteilt, daß gemeinsam zugängliche Raumgruppen zusammengefaßt und im Melderaum sofort erkennbar sind. Dieser zugleich als Pförtner- und Wachzimmer dienende Melderaum, in dem alle Sicherheitseinrichtungen zusammengeführt sind, liegt unmittelbar neben dem westlichen Bühneneingang und dürfte infolge seiner örtlichen Lage bei einem Brande nicht so schnell gefährdet sein. Die Meldung eines Brandes wird vom Zentralmeldeschrank (Bild 1) unmittelbar an die Feuerwache weitergeleitet durch zwei getrennte Hauptmelder, von denen der eine die Feuermelder des Zuschauerhauses und der andere die des Bühnenhauses umfaßt, damit die Feuerwehr schon an der richtigen Seite zum Angriff vorfahren kann. Als selbsttätige Feuermelder sind meistens Schmelzlotmelder verwendet, die bei 70° C ansprechen; in gewissen Räumen, in denen eine andere Feststellung der Ansprechtemperatur wünschenswert schien, sind zwischen 40° und 90° einstellbare Maximalmelder angebracht, und in Räumen oder an Stellen, an denen durch Stichflammen eine plötzliche starke Wärmebildung zu erwarten ist, sogenannte Differentialmelder verbunden mit Maximalmeldern. Die letztgenannten wirken dadurch, daß sich ein aus zwei aufeinandergewalzten Metallen von verschiedenem Wärmeausdehnungsvermögen beste-

Digitized by Google

hender U-förmiger Blechstreifen infolge der Hitze mehr und mehr aufbiegt, sie beeinflussen je nach der von 5° zu 5° veränderlichen Kontakteinstellung den Stromkreis früher oder später. Bei den Differentialmeldern wird der Kontakt durch ein mit Quecksilber gefülltes U-Röhrchen bewirkt, dessen Quecksilber durch eine leicht und schnell verdampfende Flüssigkeit bewegt wird, so daß plötzlich auftretende Flammenbildungen sofort gemeldet werden, wenn auch die Durchschnittstemperatur noch nicht 70° erreicht hat.

Bei jeder Feuermeldung wird zugleich das ganze Bühnenhaus durch 10 elektrische Hupen alarmiert, während das Publikum, wenn nötig, durch mündliche Ansage mit der drohenden Gefahr bekanntgemacht werden soll, außerdem wird bei Brand auf der Bühne, sofern zwei Stromkreise alarmieren, die nachher noch zu erwähnende Vorhangsberieselung angestellt. Eine Störung durch Drahtbruch, Batterieversagen oder andere äußere Einflüsse, mit Ausnahme der Melderbetätigung selbst, wird infolge besonderer Schaltung nur im Melderaum kenntlich.

Da nach dem Urteil vieler Sachverständiger ein auf der Bühne ausgebrochenes Feuer nur im allerersten Anfangsstadium sicher zu löschen ist, wird man bei den meisten außerhalb der Spielzeit ausgebrochenen Bühnenbränden zufrieden sein müssen, das Feuer auf diesen Hauptherd beschränken zu können, wie dies in Wiesbaden nach Zusammenbruch des Daches so gut gelungen ist. Anfangs beabsichtigte man daher, bei dem Neubau wieder die leichte Dachkonstruktion zu wählen, die den schnellen Zusammenbruch infolge der Wirkung von Stichflammen auf die Zugbänder der Kuppelkonstruktion veranlaßt hatte. Man ist jedoch davon abgekommen, als die Maschinenfabrik Augsburg—Nürnberg—Gustavsburg den Vorschlag besonders massiver Durchbildung der Kuppel ohne irgendwelche Zugbänder machte, wobei Differdinger Träger bis zu 1 m Höhe verwendet wurden, die auch einem starken Brande sicher standhalten werden. Um nun auch eine ähnliche Entqualmungswirkung wie nach dem Zusammenbruch des Daches zu erzielen, wurden die Rauchabzugsöffnungen im Dachfirst dreimal so groß gewählt, wie polizeilich vorgeschrieben ist, so daß rechnungsmäßig auch die größtmöglichen Verbrennungsgasmengen mit mäßiger Geschwindigkeit abziehen können. Diese Rauchabzugsöffnungen sind zerlegt in vier Explosions-Drehklappen von je $11^1/_2$ m² = 46 m² Öffnung und zwei dachförmige Firstschieber von zusammen 32 m². An die Beweglichkeit der Explosions-Rauchklappen wurde die Anforderung gestellt, daß sie bei höchstens 6 kg/m² Überdruck sich selbst öffnen, während die polizeiliche Vorschrift Öffnung erst bei 30 kg/m² Überdruck fordert. Außerdem sind diese sich durch Überdruck selbst öffnenden Rauchklappen derartig mit dem Mechanismus der Dachfirstschieber verbunden, daß sich nach Öffnen einer Rauchklappe auch die Dachfirstschieber öffnen (Bild 2). Die Handbetätigung der Rauchabzugsvorrichtungen erfolgt nicht wie üblich mit Seilzügen, deren sichere Führung in dem 35 m hohen Bühnenhause mit Schwierigkeiten verknüpft ist und die zu Störungen Veranlassung geben können, sondern zur Öffnung werden unter Ruhestrom stehende Elektromagnete verwendet, die Verriegelungen festhalten. Wird der Ruhestrom durch Betätigen eines Schalters oder bei einer Störung unterbrochen, so werden die Verriegelungen frei, Klappen und Schieber öffnen sich sofort, und das Öffnen wird durch

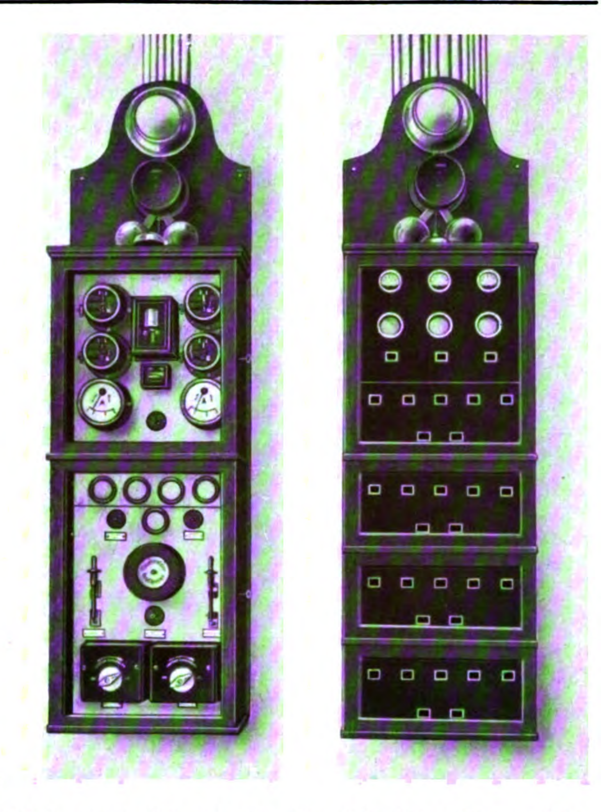


Bild 1. Zentraleinrichtung für selbsttätige Feuermelderanlage und die Berieselungsanlage.

Digitized by Google

Lichtsignale an zwei Stellen bekanntgegeben. Die Klappen und Schieber können ebenfalls von zwei Stellen aus, und zwar unabhängig voneinander, durch zwei Elektromotoren geschlossen werden, um die Schieber allein gelegentlich auch ohne Betätigung der vier Klappen zu Entlüftungszwecken zu verwenden. Dies maschinelle Schließen wird, da die Einrichtungen gut geschützt sind, auch noch im Verlauf eines Brandes möglich sein, wenn es sich zur Dämpfung des Feuers als zweckmäßig erweisen sollte und keine Verqualmungsgefahr besteht bzw. die auf der Bühne befindlichen Personen gerettet sind. Die Unterbrechungsschalter für die Ruhestromleitungen können nicht nur, wie polizeilich gefordert, von zwei Stellen aus — Bühne und Zuschauerraum — betätigt werden, sondern außerdem noch vom Melderaum aus, und es lassen sich bei der Einfachheit elektrischer Fernleitung ohne Schwierigkeiten noch weitere Bedienungsstellen schaffen. Die Bedienung soll durch die Feuerwehr erfolgen mit alleiniger Ausnahme des Falles der Bühnenverqualmung vor Ankunft der Feuerwehr. Auch eine selbsttätige Auslösung durch Feuermelderstromkreise wäre leicht ausführbar, man hat aber davon bis jetzt aus verschiedenen Gründen Abstand genommen.

In neueren Theatern wird zwischen Bühnenvorhang und Zuschauerraum eine Rauchgasse eingelegt, um bei einem Bühnenbrand etwa noch während des Schließens des eisernen Vorhanges nach dem Zuschauerraum tretende Rauchgase schnell abzuführen. In den vollständig erhaltenen Zuschauerraum des Wiesbadener Theaters ließ sich eine derartige Einrichtung nicht einbauen. Es kann aber eine Rauchklappe über dem Kronleuchter elektrisch von verschiedenen Stellen ausgelöst werden, um auch Qualm aus dem Zuschauerraum schnell zu entfernen. Allerdings muß die Bedienung dieser Rauchklappe durchaus vorsichtig und sachgemäß erfolgen, denn wenn sie beispielsweise geöffnet wird, ehe der eiserne Vorhang heruntergelassen ist oder ehe die Bühnenrauchklappen geöffnet sind, kann unter Umständen durch den im warmen Zuschauerraum eintretenden Auftrieb geradezu ein Ansaugen des Qualmes von der Bühne her bewirkt werden. Es ist daher schon erwogen worden, diese Klappe elektrisch so zu verriegeln, daß sie nur geöffnet werden kann, wenn der eiserne Vorhang vollkommen geschlossen ist.

Weitere Sicherheitsmaßnahmen betreffen die zwei eisernen Vorhänge. Der polizeilich nicht vorgeschriebene Vorhang zwischen Vorder- und Hinterbühne hat im wesentlichen den Zweck, den Schall fernzuhalten, falls während einer Probe auf der Hinterbühne gearbeitet wird; er ist aber auch als Sicherheitsvorhang ausgebildet. Beide Vorhänge haben Wasserberieselungen gleicher Art, wie sie vor 15 Jahren nachträglich eingebaut waren, aber nach kurzer Wirkung beim Zusammenbruch des Daches frühzeitig zerstört wurden, weil die Zuleitungsrohre offen verlegt waren. Die Wasserberieselung besteht aus einer Rinne über dem Wellblechvorhang mit einem Überlauf nach der Vorhangseite und die von zwei Seiten aus getrennten Steigerohren gespeist wird, die das Wasser bei geschlossenem Vorhang in die Rinne ergießen. Die vier Anstellventile der beiden Vorhänge können sowohl von Hand als auch durch elektrische Fernbetätigung geöffnet werden. Diese geschieht durch je einen Elektromagneten (Bild 3), der die Verriegelung des durch eine starke Feder zu öffnenden Ventiles freigibt. Hierbei ist jedoch nicht wie bei den Rauchklappen reine Ruhestrombetätigung vorgesehen, sondern verstärkter Ruhestrom, weil es

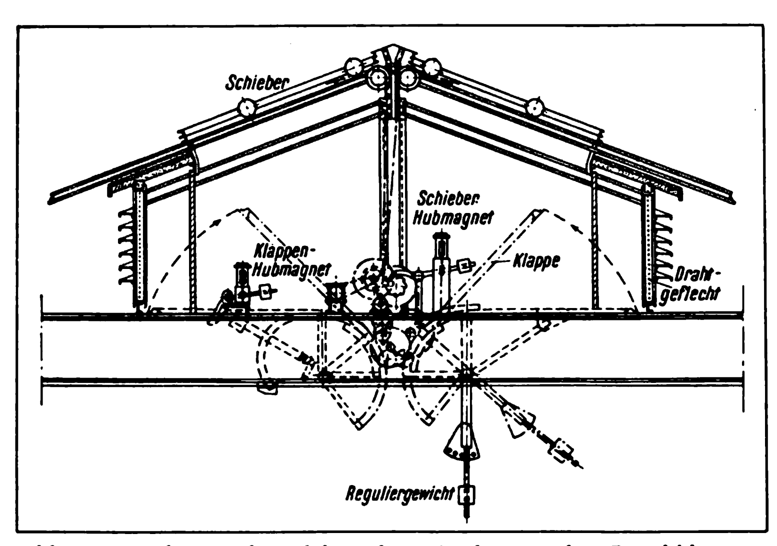


Bild 2. Anordnung der elektrischen Auslösung der Rauchklappen.

Digitized by Google

bedenklich wäre, bei einer Störung der Stromquelle oder Unterbrechung der Leitung gleich die Wasserberieselung in Gang zu haben. Die Leitungen stehen dauernd unter Strom von geringer Milliamperezahl, dessen Störung einen Alarm auslöst; bei Betätigung eines Schalters wird dieser Strom bedeutend verstärkt, wodurch die Magnete betätigt werden.

Ein gleichartiges Fernöffnungsventil ist auch bei der polizeilich vorgeschriebenen Schnellschlußvorrichtung des vorderen eisernen Vorhanges verwendet. Es sitzt unmittelbar an dem Wasserdruckkolben, der den Vorhang hebt, und bei Öffnung strömt das Wasser so schnell aus, daß sich der Vorhang in 18 Sekunden schließt.

Die Betätigungsschalter der Stromkreise für die zwei Vorhangberieselungen und für den Vorhangschnellschluß sind im Zuschauerraum (Intendantenloge), im Bühnenraum und in der schon mehrfach erwähnten Zentralmeldestelle an je einer auch für die Rauchklappen bestimmten Sicherheitstafel eingebaut.

Die Schaltung für alle diese elektrisch betätigten Klappen, Schieber und Ventile ist so gewählt, daß die Vorhangberieselungen auch selbsttätig angestellt werden, wenn gleichzeitig von zwei auf der Bühne liegenden Feuermelde-Schleifenleitungen Brandgefahr gemeldet wird.

Auch der Nachtwächterdienst ist neu organisiert und wird durch eine von 15 Meldestellen zu betätigende zentrale Kontrolluhr überwacht.

Alle elektrischen Sicherheitseinrichtungen einschließlich der Feuermeldeanlage werden durch getrennte Akkumulatorenbatterien gespeist, und zwar sind alle Batterien doppelt vorhanden, so daß bei einer Störung an der Stromquelle sofort auf die andere Batterie umgeschaltet werden kann.

Die reichlich im Hause verteilte Notbeleuchtung wird nach polizeilicher Vorschrift von zwei Akkumulatorenbatterien aus durch sieben getrennte Stromkreise gespeist und nur von der Feuerwehr im Maschinenraum ein- und ausgeschaltet. Eine besondere Notbeleuchtung ist noch durch je zwei Lampen im Zuschauerraum und auf der Bühne geschaffen, indem beim Sinken des eisernen Vorhanges ein Stromschluß betätigt wird, so daß vor allem der Zuschauerraum sofort erhellt wird.

An den eigentlichen Löschvorrichtungen ist, mit Ausnahme der Verlegung sämtlicher Rohre und Hydranten in die Wände, nichts Wesentliches geändert worden, da sich die im Laufe der Jahre schon mehrfach verbesserte Anlage als ausreichend bewährt hatte.

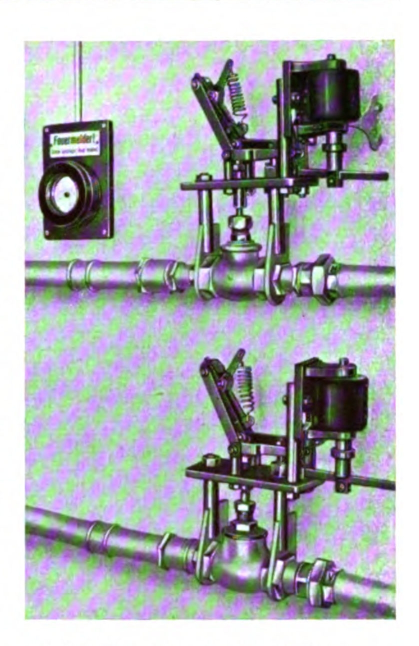


Bild 3. Ventile mit elektrischer Auslösung für die Vorhang-Berieselungsanlage.

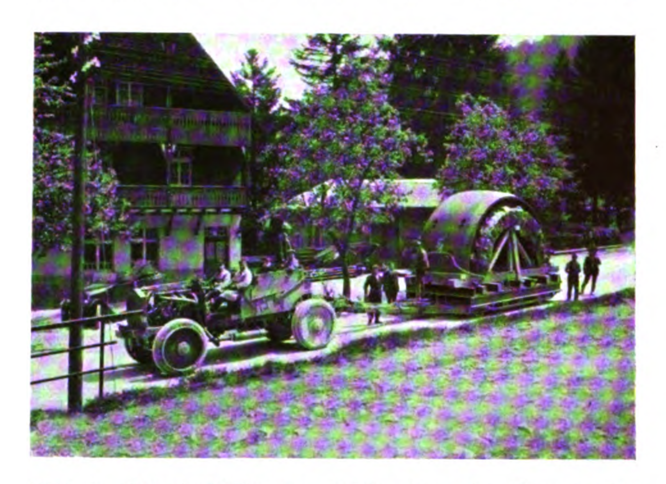
Für das Kleine Haus — das ehemalige Residenztheater — sind grundsätzlich ähnliche Sicherheitsvorrichtungen in Bau oder in Aussicht genommen. Der elektrische Teil der Ausführungen ist von Siemens & Halske und Siemens-Schuckert, die Rauchklappenkonstruktionen sind von der Maschinenfabrik Augsburg—Nürnberg—Gustavsburg und die Vorhänge nebst Berieselungen von der Maschinenfabrik Wiesbaden geliefert; die Programmbearbeitung und Bauleitung lag in den Händen des städtischen Maschinenbauamtes.

Alle solche technischen Einrichtungen werden aber nur dann ihren Zweck sicher erfüllen können, wenn durch Dienstanweisungen sowohl für das Theaterpersonal als auch für die Feuerwehr ihr richtiges Arbeiten ergänzt und nachgeprüft und die Befolgung der Dienstanweisungen dauernd kontrolliert wird. Es ist daher u. a. auch polizeilich vorgeschrieben, daß alle Vorrichtungen monatlich mindestens einmal von Beamten der Feuerwehr und des städtischen Maschinenbauamtes gemeinsam einer Probe unterzogen werden müssen, so daß man wohl sagen kann, daß alles Mögliche geschehen ist, um einem ähnlichen Unglück vorzubeugen oder wenigstens seine Folgen zu mildern.

Die seit Dezember im Betrieb befindlichen Einrichtungen haben bis jetzt anstandslos gearbeitet, und ihre Güte ist auch von den Feuerversicherungsgesellschaften durch Prämiennachlaß anerkannt worden.

Digitized by Google

KLEINE MITTEILUNGEN



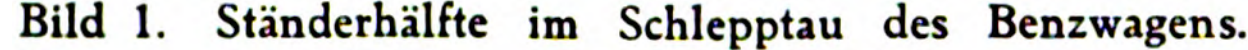


Bild 1. Ständerhälfte im Schlepptau des Benzwagens.

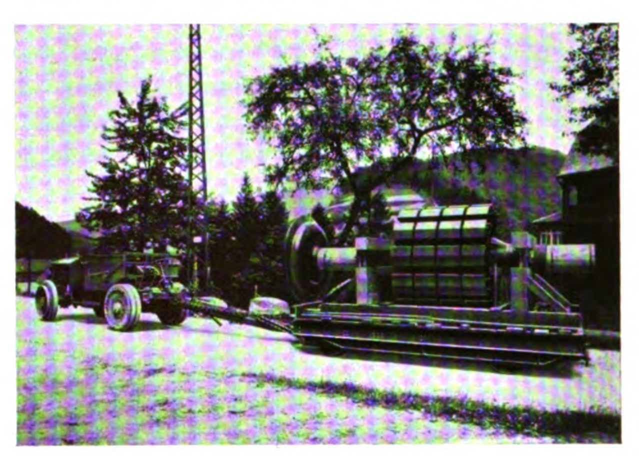


Bild 2. Der 45 t schwere Läufer auf der Landstraße.

Schwieriger Maschinentransport.

Für den zweiten Ausbau des Murgkraftwerkes (Schwarzenbachwerk) der Badischen Landeselektrizitäts-Versorgungs-Aktiengesellschaft (Badenwerk), Karlsruhe, haben die SSW kürzlich den ihnen in Auftrag gegebenen 20000 kVA-Drehstromgenerator für direkte Kupplung mit einer Hochdruckwasserturbine und einer Hochleistungspumpe geliefert. Bemerkenswert war hierbei der Transport des in drei Teile zerlegten und auf drei Tieflade-Eisenbahnwagen beförderten Generators von der Bahnstation Raumünzach im Murgtal nach dem etwa 5 km flußabwärts liegenden Hochdruckkrafthaus. Dieser Transport, namentlich der des schwersten Teiles, des ohne Pole 45 t wiegenden Läufers, gestaltete sich insofern schwierig, als er auf einer Landstraße mit starkem Verkehr bewältigt werden mußte.

Als Vorspann für den Überlandtransport diente ein von den Benzwerken, Gaggenau in Baden, zur Verfügung gestellter Sonderlastkraftwagen (Bild 1 und 2), mit dessen Hilfe sich die Beförderung flott und sicher abgewickelt hat.

Meßinstrumente für hohe Stromstärken.

Von Dr.-Ing. Georg Keinath.

Vor etwa 10 Jahren war es noch üblich, Schalttafelinstrumente der Dreheisentype für Stromstärken bis 1000, sogar bis 3000 A zu bauen. Weil derartige Instrumente infolge der Beeinflussung durch die Art der Leitungsführung sehr ungenau sind, ist man davon in neuerer Zeit abgegangen, nachdem die Siemens & Halske A.-G. den Anfang gemacht hatte. Man baut heute Dreheiseninstrumente üblicherweise nur bis etwa 300 A, darüber hinaus ist es möglich, sehr einfache und billige Einleiter-Stromwandler zu verwenden, besonders dann, wenn es sich nicht um hochgespannte Ströme handelt.

Das Bestreben, hohe Stromstärken durch Meßwandler auf eine der Messung bequem zugängliche Größe zu reduzieren, hat sich bisher leider nicht auf Präzisionswattmeter ausgedehnt; es sind noch bei fast allen Firmen Leistungsmesser für Stromstärken bis zu 400 A im Gebrauch. Auf Anregung des Verfassers wird die Siemens & Halske A.-G. künftighin Präzisionswattmeter nur noch bis Stromstärken von 200 A bauen; für höhere Stromstärken werden die Wattmeter nur in Verbindung mit Stromwandlern geliefert. Verzichtet man auf die Überlastbarkeit der Stromwandler, baut man sie nur so, daß sie den Nennstrom dauernd aushalten, und isoliert man sie weiterhin nur für Niederspannung, so läßt sich ein Stromwandler herstellen mit einer Genauigkeit von ungefähr ± 0,2 v. H. und einem Phasenfehler von etwa 5 Minuten. Ein 5 A-Wattmeter in Verbindung mit einem derartigen Wandler ist unbedingt genauer als ein 400 A-Wattmeter. Bei den Leistungsmessern für hohe Stromstärken bereitet es sehr viel Mühe, die Wirkungen der Stromverdrängung und der Wirbelstrombildung in den großen Leitungsquerschnitten in ausreichendem Maß unschädlich zu machen. Während beim gewöhnlichen eisenlosen Wattmeter der Phasenfehler des Stromkörpers nur 1 bis höchstens 5 Minuten beträgt, steigt er bei dem 400 A-Wattmeter in kaum zu vermeidender Weise bis auf etwa 15 Minuten an. Da der Stromwandler, wie oben gesagt, nur einen Phasenfehler von 5 Minuten bei vollem Strom hat, ist bei diesen hohen Stromstärken die Messung unter Verwendung eines Stromwandlers genauer, als wenn sie unmittelbar mit dem Wattmeter erfolgt. Dabei ist die große Beeinflussung der Angaben durch die Lage der Zuleitungen noch gar nicht berücksichtigt. Legt man diese bei der Messung nicht genau so, wie sie bei der Eichung angeordnet waren, so entstehen dabei Fehler von etwa 0,5 bis 1 v. H., wenn nicht noch mehr. Außerdem ist noch zu sagen, daß die Fremdfeldfehler eisenloser Wattmeter außerordentlich groß sind, so groß, daß sie in den Regeln des VDE für elektrische Meßgeräte überhaupt nicht begrenzt wurden. Sie betragen bei einem eisenlosen Elektrodynamometer für ein Fremdfeld von 5 Gauß etwa 5 bis 6 v. H., demnach je Gauß etwa 1 v. H. Ein Leiter mit 400 A erzeugt in 80 cm Entfernung ein Feld von 1 Gauß; es wird aber praktisch selten möglich sein, den Leiter so weit von dem Wattmeter zu entfernen, oder Hin- und Rückleitung so eng zusammenzulegen, daß keine Beeinflussung auf-

Digitized by Google

tritt. Allen diesen Schwierigkeiten begegnet man durch die Zwischenschaltung des Stromwandlers.

Es wäre zur Steigerung der Meßgenauigkeit sehr zu wünschen, daß die Benutzer von Präzisionsmeßgeräten auch bei Niederspannung mehr von Stromwandlern Gebrauch machen würden. Es ist nicht möglich, für direkte Messungen bei Stromstärken über 200 A dieselbe Genauigkeit zu erzielen wie bei der indirekten Messung.

Röntgen-Einrichtungen der Siemens & Halske A.-G. im Urteil des Auslandes.

Herr Dr. E. C. Yaloussis, der in Alexandria ein radiologisches Institut hat, sandte der Siemens & Halske A.-G., Abteilung für Elektromedizin, folgendes Schreiben:

„Nachdem ich mit dem 1923 von Ihnen gelieferten Multivolt- und Universalapparat ziemlich reiche Erfahrungen gemacht habe, möchte ich nicht umhin, Ihnen meine Anerkennung auszusprechen.

Hier im Auslande, wo Apparate aller Nationen aufgestellt sind, muß man gestehen, daß die deutschen in Vollkommenheit an der Spitze marschieren, daß sich aber wiederum den Fabrikaten Ihres Hauses keiner der hier sich befindenden deutschen Apparate gleichstellen kann.

Schon die äußere und elegante gediegene Ausführung, die solide, übersichtliche Konstruktion ohne verwirrendes Durcheinander von Schaltern und Drähten machen einen vorzüglichen Eindruck. Von großem Wert ist aber die frappierend einfach und zuverlässige Bedienung der Apparate, sei es für Diagnostik oder Therapie, sowie der fast geräuschlose Gang und die geringe Wartung der Anlage.

Mir von größter Wichtigkeit ist aber die völlige Störungsfreiheit der ganzen Röntgeneinrichtung; denn was hier im Auslande Störungen, und seien es nur geringe, für Zeit und Geld kosten, habe ich in Kollegenkreisen, allerdings auch an deutschen Apparaten bekanntester Firmen, mehrfach hier beobachten können. Es ist dies ein Beweis der wirklich technisch vollkommenen Konstruktion Ihrer Erzeugnisse.

Auch der Siemens-Dosismesser ist mir zu einem unentbehrlichen Instrument geworden. Wenn mir auch die Anschaffung damals etwas kostspielig erschien, so ist er doch durch die Möglichkeit einer einzigartigen genauen Einstellung und Überwachung der Dosierung und somit wirklich erfolgreicher Arbeiten keineswegs zu teuer bezahlt. Ich möchte jetzt sogar sagen, daß der Siemens-Dosismesser für einen gewissenhaften Arzt unbedingtes Erfordernis ist, zumal kein anderes Dosierungsgerät ihm nur annähernd gleichkommt.

Ebenso bin ich in jeder Hinsicht zufrieden mit den sonstigen von Ihnen gelieferten Apparaten und Zubehör, wie Universalstativ, Therapiestativ, Bucky-Aufnahmeblende, Diathermieapparat usw.

Mit Stolz kann ich mein Institut als in jeder Weise vorbildlich ansehen, und ich werde keine Gelegenheit verfehlen, Ihr Haus in meinen Kollegenkreisen warm zu empfehlen."

Eröffnung des Röntgen-Heil- und Lichtinstitutes des Krankenkassenverbandes im Kreise Lennep.

Mitte August wurde in Lennep ein seitens des Krankenkassenverbandes aus eigenen Mitteln errichtetes Röntgen-Heil- und Lichtinstitut feierlich eröffnet. Siemens & Halske haben dorthin zwei Diathermie-Apparate, einen Universal-Anschlußapparat, ein Vierzellenbad und alle Lichtbäder geliefert. Ein Röntgenapparat älterer Ausführung war bereits vorhanden.

Übersicht über die Entwicklung des Baues ein- und mehrphasiger Kommutatormaschinen bei den SSW.

Der Bau von Kollektormaschinen für einphasigen und mehrphasigen Wechselstrom wurde mit Ausnahme der Herstellung von Einphasen-Wechselstrom-Bahnmotoren und einiger kleinerer Repulsionsmotoren bisher fast nur in Europa und hier wieder fast nur in Deutschland gepflegt. Bei dieser Entwicklung sind die SSW in hervorragendem Maße beteiligt gewesen. Erst neuerdings beginnt man, den in Deutschland auf diese Weise längst bekannt gewordenen Maschinen auch im Ausland die Beachtung zu schenken, die ihnen für bestimmte Anwendungsgebiete zukommt. So hat man in England den Drehstrom-Nebenschlußmotor zu bauen begonnen, und in Amerika wendet man sich den mit Drehstrom-Kollektormaschinen betriebenen Regelsätzen zu. Auch der Drehstrom-Reihenschlußmotor wird besonders für Spinnereizwecke vielfach jetzt aus Europa bezogen oder auch im eigenen Lande hergestellt.

Da die Entwicklung des Kommutatormaschinenbaues in Deutschland schon weit zurückliegt und vieles auf diesem Gebiete Erarbeitete schon vor dem Kriege mit Erfolg in die Praxis eingeführt war, sind die Kenntnisse über diesen Entwicklungsgang an vielen Stellen wieder in Vergessenheit geraten. Man muß die Beobachtung machen, daß manche Maschinenarten, die hier seit mehr als zehn Jahren im praktischen Betriebe stehen, als neue und vom Ausland geschaffene Fortschritte angesehen werden. Wir haben uns dadurch veranlaßt gesehen, im nachfolgenden eine ganz kurze Übersicht darüber zu geben, was bei den SSW auf diesem Gebiete von seinem Anfang, der etwa im Jahre 1903 liegt, bis heute geleistet worden ist und welche Arten von Kommutatormaschinen seitens der Firma geliefert werden können. Diese kurze Aufzählung soll dazu dienen, daß diejenigen, die geschäftlich mit den Kommutatormaschinen in Berührung kommen, sich schnell vergewissern können, was die SSW auf diesem Gebiete zu liefern imstande sind und soll ihnen die Möglichkeit geben, sich dann im einzelnen durch eine entsprechende Rückfrage das Unterrichtsmaterial zu beschaffen, das in großem Umfange darüber vorhanden ist.

1. Der Entwicklungsgang des Kommutatormaschinenbaues bei den SSW.

Der Kommutatormaschinenbau wurde von den SSW ungefähr im Jahre 1903 aufgenommen, im Anschluß an die Entwicklung der Einphasen-Bahnmotoren. Von diesen griff 1904 bis 1907 die Entwicklung über auf die Anwendung der Einphasen-Reihenschlußmotoren für stationären Betrieb und auf den Bau von verschiedenen Typen von Repulsionsmotoren.

Im Jahre 1908 begannen sich die SSW als die erste Firma überhaupt dem Bau und Betrieb von Drehstrom-Kollektormotoren zuzuwenden und brachten von 1908 bis

Digitized by Google

1912 den Drehstrom-Reihenschlußmotor in verschiedenen verkaufsfähigen Formen auf den Markt[1]). Bei dieser Entwicklung wurden zu gleicher Zeit die großen Drehstrom-Reihenschlußmotoren für Förder- und Haspelbetrieb und die kleineren Drehstrom-Reihenschlußmotoren für Spinnereibetrieb entwickelt. Während sich die ersteren großen Maschinen nicht in größerem Umfang in die Praxis einführten, da für diese Betriebe die mit Hilfe von Leonard-Aggregaten betriebene Gleichstrommaschine infolge ihrer größeren Steuergenauigkeit vorzuziehen ist, fand der Drehstrom-Reihenschlußmotor für Spinnereizwecke eine besonders große Verbreitung und wurde später von den verschiedensten Firmen nachgeahmt. Nach den ersten Erfolgen auf diesem Gebiete wurde der Benutzung von Drehstrom-Kollektormaschinen für Regelsätze und Phasenverbesserung besondere Aufmerksamkeit gewidmet, und es wurden derartige Maschinen von 1909 ab zunächst in der Gestalt des Frequenzwandlers ausgeführt[2]). Im Anschluß hieran wurde unabhängig von Schrage und zur gleichen Zeit mit ihm 1911 der sogenannte ankergespeiste Drehstrom-Nebenschlußmotor bei den SSW erfunden. Ferner wurde 1912 der Frequenzwandler für die Zwecke der alleinigen Phasenverbesserung in den sogenannten Phasenschieber umgewandelt.

Der Ausbruch des Krieges verlangsamte die technische Entwicklung etwas, jedoch gingen nach dem Kriege sofort wieder größere Bestellungen auf die schon entwickelten Motoren ein. Neben der Verfeinerung der Kommutierung, die in den Nachkriegsjahren angestrebt und erreicht wurde, wurden von den SSW seit 1918 neue Kollektor-Hintermaschinen für Phasenverbesserung und Regelsätze durchgebildet, die dem Frequenzwandler ähnlich sind, jedoch gewisse Nachteile, die dieser noch enthält, nicht mehr aufweisen. Sie werden als fremderregte kompensierte Drehstrom-Erregermaschinen bezeichnet und können nur von den SSW ausgeführt werden. Mit Hilfe dieser Maschinen gelang es, Anlagen zu errichten, bei denen nicht nur die früheren Aufgaben der Regelung und Phasenverschiebung für sehr große Leistungseinheiten gelöst werden konnten, sondern bei denen außerdem noch die Frage des Durchgangs durch den Synchronismus für einen Asynchronmotor in besonders glücklicher Weise gelöst worden ist, indem die Regelung nicht wie bei anderen Systemen in niederfrequenten, sondern in vom Netz aus gespeisten Kreisen erfolgt. Gleichzeitig gestatteten diese Maschinen im Jahre 1923 die Einführung einer ganz neuen Maschinenart, der asynchronen Blindleistungsmaschinen. Das sind Maschinen, die in ganz ähnlicher Weise wie leerlaufende Synchronmotoren, Blindleistung abgeben können, aber nicht die durch das Synchronisieren, das Pendeln und die Abhängigkeit der Synchronmotoren von Spannung und Frequenz bedingten Nachteile haben. In demselben Jahre 1923 endlich wurde der Bau kleinerer kompensierter Asynchronmotoren auf den schon von 1902 her bekannten Grundsätzen von Heyland und Osnos aufgenommen, die früher noch nicht das nötige Verständnis gefunden hatten, nach denen man aber nunmehr nach Aufnahme des Feldzuges zur cos φ-Verbesserung verlangte.

[1]) Vgl. ETZ 1912, Seite 473. Der Drehstrom-Reihenschlußmotor der SSW.

[2]) Druckschrift 291: Die verlustlose Regelung von Drehstrom-Motoren.

2. Literatur.

Außer den zahlreichen von den SSW herausgegebenen Druckschriften über diesen Gegenstand sei noch auf folgende Buchliteratur hingewiesen, die sich für die Zwecke genaueren Studiums empfiehlt.

Für die Praxis:

Schenkel. Die Kommutatormaschinen für einphasigen und mehrphasigen Wechselstrom. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin, 1924.

Für wissenschaftliches Eindringen:

Arnold, Fränkel und la Cour. Die Wechselstromkommutatormaschinen, Band 5. Zweiter Teil des Sammelwerkes „Die Wechselstromtechnik" von Prof. E. Arnold. Verlag Julius Springer, Berlin, 1912.

Für Studium der Patentlage:

Linker. Der Einphasenmotor. Verlag bei R. Dietze, Berlin, 1907.

Dyhr. Die Einphasenmotoren nach den deutschen Patentschriften. Mit Sachverzeichnis der deutschen Reichspatente über Einphasen- und Mehrphasenkommutatormotoren. Verlag Julius Springer, Berlin, 1912.

Für allgemeine Übersicht, Entwicklung, Literaturnachweise:

Strecker. Jahrbuch der Elektrotechnik. Jahrbuch 1912 bis heute, Abschnitte „Wechselstrom-Kommutatormaschinen" (früher „Kommutatormotoren"). Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin.

Pupinspulenkasten für die schweizerische Obertelegraphendirektion.

Die schweizerische Obertelegraphendirektion in Bern hat bei den Siemenswerken die Spulenkasten zur Pupinisierung des Sammel- und Ferntelegraphenkabels Bern—Lausanne in Auftrag gegeben. Für diese Strecke sollen zur Pupinisierung der Stamm- und Vierersprechkreise 50 Pupinspulenkasten mit Spulen geliefert werden. Die Kasten werden mit neuzeitlichen Pupinspulen ausgerüstet werden, die Massekerne aus gepreßtem Spezial-Eisenpulver haben. Die Lieferung der Kasten wird voraussichtlich zu Anfang des kommenden Jahres erfolgen.

Der Siemens-Bandsprecher im Freien.

Der Siemens-Bandsprecher, über dessen Reichweite bereits berichtet wurde, hat sich bei seiner ersten praktischen Anwendung vom 30. August bis 9. September d. J. am Warenhaus H. Tietz, Berlin, Dönhoffplatz, gut bewährt. Der Lautsprecher war auf dem Dach des Warenhauses aufgestellt und zeigte mit seinen zwei Trichtern auf die Mitte des etwa 1000 m² großen Dönhoffplatzes. Die Firma H. Tietz hatte den Lautsprecher gemietet und brachte abwechselnd Reklamemitteilungen und musikalische Darbietungen. Obwohl auf den Straßen am Dönhoffplatz (Leipziger, Jerusalemer Straße) starker Verkehrslärm herrscht, war die Musik auf dem größten Teil des Platzes gut zu hören und die Sprache mühelos zu verstehen. Die von der Berliner Polizei anfänglich befürchtete Verkehrsstockung in den an-

Digitized by Google

grenzenden Straßen trat nicht ein, da die Lautsprechertrichter auf die Platzmitte gerichtet waren, so daß dort die größte Lautstärke vorhanden war. In Richtung der angrenzenden Straßen nahm die Lautstärke ab, so daß in ihnen der Straßenlärm den Lautsprecher übertönte und so die Fußgänger nicht zum Stehenbleiben verleitete. Erst beim Verlassen der Straße und Übergang auf den Platz überwog der Lautsprecher den Straßenlärm und zog die Vorübergehenden in seinen Bann.

Leuchten fürs Freie und für Innenräume.

Die Beleuchtung horizontaler Flächen durch eine Lampe ist in einem Punkt P (Bild 1):

(1) $$E_h = \frac{J_\alpha \cos^3\alpha}{h^2} \text{ (in Lux)}$$

oder umgewandelt

(2) $$E_h = \frac{J_\alpha \cos^3\alpha \, tg^2\alpha}{a^2}.$$

J_α ist die Lichtstärke des Lichtstrahles unter dem Winkel α in HK,

h ist die Aufhängehöhe in Metern über der Maßebene,

a ist der Abstand des beleuchteten Punktes vom Fußpunkt der Lampe in Metern,

$\frac{a}{h} = tg\alpha$.

Die Benutzung dieser Formeln wird erleichtert durch nachstehende Zahlentafel. Man hat dabei nicht mehr nötig, Winkelgrößen zu messen, sondern arbeitet nur noch mit den Längen a und h sowie dem Verhältnis $\frac{a}{h}$.

$\frac{a}{h} = tg\alpha$	α	$\cos\alpha$	$\cos^3\alpha$	$\cos^3\alpha \cdot tg^2\alpha$
0,25	14° 2′	0,9702	0,913	0,057
0,5	26° 34′	0,8944	0,716	0,179
0,75	36° 52′	0,8000	0,512	0,288
1,0	45°	0,7071	0,353	0,353
1,5	56° 19′	0,5548	0,171	0,385
2,0	63° 26′	0,4472	0,089	0,356
2,5	68° 12′	0,3714	0,051	0,319
3,0	71° 34′	0,3165	0,032	0,288
3,5	74° 03′	0,2748	0,021	0,257
4,0	75° 58′	0,2425	0,014	0,224
4,5	77° 28′	0,2173	0,010	0,203
5	78° 41′	0,1965	0,0076	0,190
6	80° 31′	0,1647	0,0045	0,162

Handelt es sich nur um Winkel α zwischen 0° und 26° 34′ (in der Mitte zwischen zwei Lampen) bzw. 45° (im Fußpunkt unter der Lampe), d. h., ist der Lampenabstand 2a nicht größer als die Aufhängehöhe h (Bild 1), so wird man die Formel (1) benutzen. Betrachtet man dann die Beleuchtung aus dem Zusammenwirken von zwei benachbarten Lampen, so ist im Punkt P die Summenbeleuchtung:

$$E_h = \frac{J_{26°34'}}{h^2}(0{,}716 + 0{,}716) = \frac{J_{26°34'}}{h^2} \cdot 1{,}432,$$

im Fußpunkt unter den Lampen:

$$E_h = \frac{J_{0°}}{h^2} \cdot 1 + \frac{J_{45°}}{h^2} \cdot 0{,}354$$

und in der Mitte zwischen Fußpunkt und Punkt P:

$$E_h = \frac{J_{14°2'}}{h^2} \cdot 0{,}91 + \frac{J_{36°52'}}{h^2} \cdot 0{,}51.$$

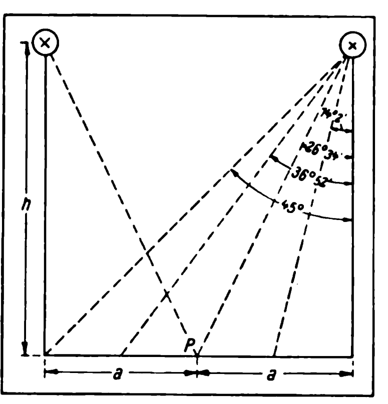


Bild 1. Zusammenwirken zweier benachbarter Lampen.

Man kann also auf gleichmäßige Beleuchtung etwa $E_h = J_\alpha \cdot 1{,}35$ rechnen, wenn J_α sich nicht sehr ändert. Man braucht daher für gleichmäßige Beleuchtung in solchen Fällen Leuchten, deren Ausstrahlungskurven in diesem Bereich von 0° bis 26° 34′ möglichst gleich große Lichtstärke und von 26° 34′ bis 45° nur geringe Abnahme der Lichtstärke zeigt. Solche Ausstrahlungskurve haben die Steilstrahler (Bild 2) bei geeigneter Einstellung.

Für Abstände der Lampen, die **größer** als die Aufhängehöhe sind, ist es bequemer, die Formel (2) zu betrachten.

In der Formel (2) hat das Produkt $\cos^3\alpha \cdot tg^2\alpha$ sein Maximum bei $tg\alpha = \sqrt{2} = 1{,}41$, also bei $\alpha = 54° 40'$, es beträgt 0,385; der Wert für $tg\alpha = 0{,}5$ ist 0,178 und der für $tg\alpha = 4$ ist 0,225 (Bild 3). Die Unterschiede sind also in diesem Bereich nicht sehr groß. Formel (2) hat also für Winkel zwischen 26° 34′ und 76° den Charakter

$$E_h = \frac{J_\alpha}{a^2} \cdot (0{,}178 \text{ bis } 0{,}385 \text{ bis } 0{,}225).$$

Man sieht jetzt deutlich, welchen wesentlichen Einfluß J_α, also die Form der Ausstrahlungskurve auf die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung ausübt. Ungefähr gleichmäßige Beleuchtung würde erzielt, wenn die Lichtstärke J_α von 26° bis 76° mit zunehmendem Abstand a fast quadratisch wachsen würde, so daß $\frac{J_\alpha}{a^2} = \text{Const.}$ würde.

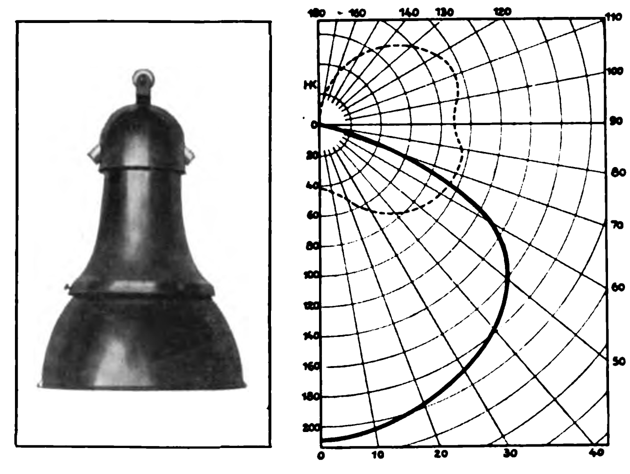
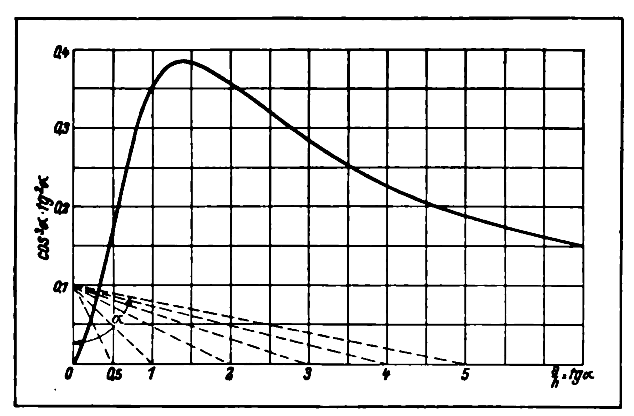


Bild 2. Steilstrahler mit Lichtausstrahlungskurve.

Es ergäbe dies eine Lichtausstrahlungskurve von dem Charakter des Bildes 4.

Die Beleuchtungstechnik hat für die Fälle, wo eine möglichste Annäherung an diese Kurve erwünscht ist, für

Digitized by Google


Bild 3. $\cos^3 \alpha \cdot \mathrm{tg}^2 \alpha$ in Abhängigkeit von tg α.

direkte Beleuchtung die sogenannten Flachstrahler (mit Prismenglas) geschaffen (Bild 5).

Etwas anders gestaltet sich dieselbe Aufgabe für die indirekte Beleuchtung und den indirekten Anteil der halbindirekten Beleuchtung. Die Verhältnisse sind hier gleichsam auf den Kopf gestellt; nicht unmittelbar der Boden, sondern zunächst die Decke muß möglichst gleichmäßig beleuchtet werden. Es tritt also an die Stelle der Höhe h über dem Boden der Abstand l von der Decke, und es muß statt des Winkelbereiches von 0 bis 76° derjenige von 180° bis 114° betrachtet werden. Die Kurve (Bild 4) ist also nach oben um die horizontale Achse umzuklappen. Für diese Aufgabe haben die SSW in den letzten Jahren Leuchten geschaffen, die ebenfalls in ihrer Lichtausstrahlung eine sehr gute Anpassung an die umgeklappte Kurve (Bild 4) zeigen, wenn der Lichtpunkt in der Armatur gemäß den beigefügten Anweisungen eingestellt wird. Diese günstige Ausbildung der Lichtausstrahlungskurve erklärt zum Teil die vorzüglichen Ergebnisse, die mit diesen Leuchten, den sogenannten Luzetten für halbindirektes und indirektes Licht (Bild 6), erzielt wurden.

Man muß aber den Begriff der gleichmäßigen Beleuchtung weiterfassen und zur Vermeidung der Blendung nicht nur gleichmäßige Bodenbeleuchtung und Deckenbeleuchtung anstreben, sondern fordern, daß im ganzen Raum im Blickfelde nicht allzugroße Helligkeitsunterschiede auftreten. Dabei ist die Helligkeit der Lichtquellen selbst maßgebend,

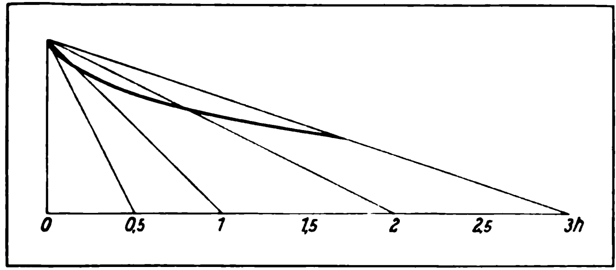
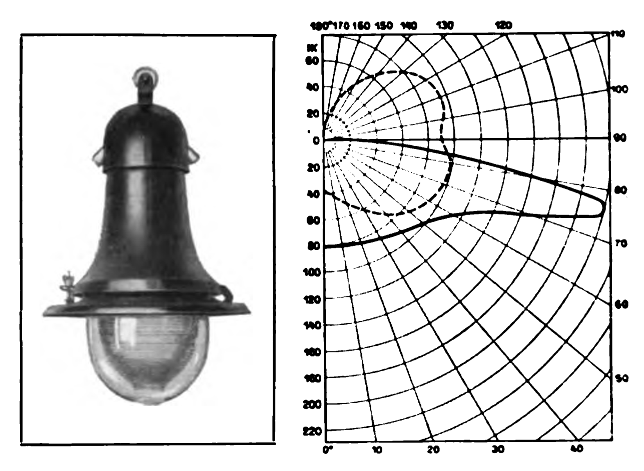


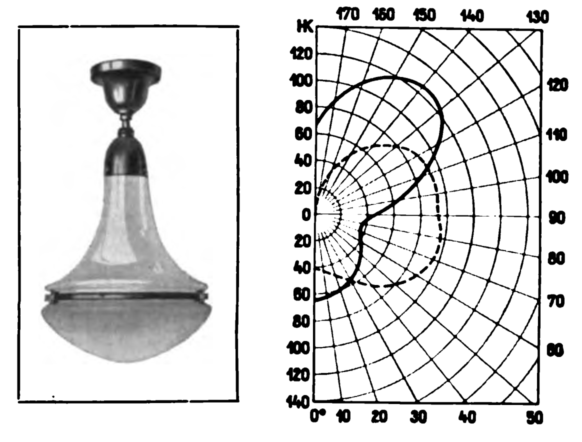
Bild 4. Lichtausstrahlungskurve für ungefähr gleichmäßige Beleuchtung.

wenn sie sichtbar sind. Bei mittlerer Raumbeleuchtung von 50 Lux wirkt schon eine Leuchtdichte von 1,5 HK/cm² in der Lichtquelle blendend. Die Leuchtdichte der gasgefüllten Osramlampe beträgt aber etwa 800 HK/cm². Bei


Bild 5. Flachstrahler mit Lichtausstrahlungskurve.

den Luzetten ist diese übergroße Leuchtdichte beseitigt, indem durch Umhüllung mit lichtstreuenden seidenmatten bzw. opalüberfangenen Gläsern die lichtausstrahlende Fläche auf mehr als das 1000 fache derjenigen des Leuchtfadens vergrößert ist, so daß in demselben Maße die Leuchtdichte auf Werte von 0,75 HK/cm² oder noch geringere Werte herabgesetzt ist, die ohne Blendung auch ein Schauen auf die Lampe selbst zulassen. Dadurch werden die Nerven geschont, und es wird nicht nur eine genügend helle, sondern auch eine physiologisch einwandfreie und angenehme Beleuchtung erzielt.

Die Flachstrahler mit Prismenglas genügen den Anforderungen der Blendungsfreiheit, wenn sie genügend hoch aufgehängt werden, und wenn die Lampenabstände sehr groß sind. Bei mittleren und kleinen Abständen sind entweder Steilstrahler mit tiefem Schirm zu wählen, oder wenn mit Reflexion von den seitlichen Wänden gerechnet werden darf, Schrägstrahler mit lichtstreuender Opalüberfang-Glasglocke.


Bild 6. Luzette mit Lichtausstrahlungskurve.

Ein neues schlesisches Talsperrenkraftwerk.

Neben den bereits bestehenden Talsperren für Hochwasserschutz und Kraftausnutzung in Schlesien, nämlich den Talsperren bei Marklissa (Queistalsperre), bei Mauer (Bobertalsperre) und bei Breitenheim (Wistritztalsperre)

Digitized by Google

wird nunmehr eine vierte Talsperre, nämlich die bei Goldentraum, dem Betrieb übergeben. Sie ist eine Schwester der Talsperre von Marklissa und etwa 5 km oberhalb dieser in das landschaftlich reizvolle Flußbett des Queis (Bild 1) eingebaut. Da zu beiden Sperren je ein Wasserkraftwerk gehört, wird also das Wasser des Queis in zwei Stufen ausgenutzt, und zwar ist die erste Stufe die bei Goldentraum. Das hier errichtete Kraftwerk enthält drei Maschinensätze, bestehend aus Spiralturbinen der Firma Voith in Heidenheim, direkt gekuppelt mit SSW-Drehstromgeneratoren für 2900, 2100 und 1200 kVA. Die beiden größeren Maschinensätze laufen mit 300, der kleinere mit 375 Umdr/min. Das Druckwasser wird vom Stausee aus durch eiserne Rohre den Turbinen zugeführt und fließt nach Kraftabgabe dem Queisflußbette wieder offen zu. Die Hochspannungsgeneratoren, die gegen zufällige Berührung der Wicklungen durch vollständige Kapselung geschützt sind, haben besondere Ventilationseinrichtungen. Den Erregerstrom erhalten sie von zwei Erregerumformern. Der von den

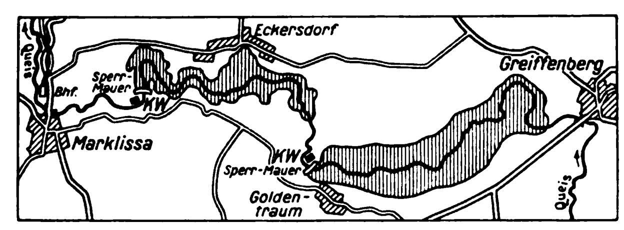


Bild 1. Lageplan.

Generatoren erzeugte Drehstrom von 11 000 V wird den Sammelschienen der Schaltanlage durch Kabel zugeführt und von da in 12 Hauptfreileitungen nach dem etwa 5 km entfernten älteren Schwesterkraftwerk Marklissa geleitet. Von hier aus wird mit dem in Marklissa und in Goldentraum erzeugten Strom die Energieversorgung des umfangreichen Überlandverteilungsnetzes mit 10 000 und 40 000 V bewirkt.

Sämtliche elektrischen Einrichtungen aller vier Kraftwerke wurden von den SSW geliefert.

EINGESANDTE BÜCHER

(Ausführliche Besprechung einzelner Bücher vorbehalten.)

Elektrotechnik. Kurz und leichtfaßlich dargestellt von Dipl.-Ing. V. Vieweg, Regierungsrat bei der Physikalisch-technischen Reichsanstalt. Zweite, neubearbeitete und erweiterte Auflage der Elektromechanik und Elektrotechnik von Dr. F. Grünbaum. Verlag von Georg Thieme, Leipzig, 1924 214 Seiten, 173 Abbildungen. Preis: gebunden M 6,—.

Das Buch ist teils aus Vorträgen entstanden, die der Verfasser in den Ausbildungskursen des Kaiserlichen Telegraphen-Versuchsamtes gehalten hat, teils aus Repetitorien für Studierende der Technischen Hochschule Berlin. Es wendet sich demnach vorzugsweise an Leser, die sich schon etwas mit Elektrotechnik beschäftigt haben, sei es, daß sie aus der Praxis kommen, sei es, daß sie früher Gelerntes festigen und wiederholen wollen.

Aus dem Inhalt: Elektrostatik und Magnetismus. Stationäre Strömung. Verhalten der Elektrolyte. Magnetische Felder elektrischer Ströme und absolutes Maßsystem. Elektrische Induktion. Eisen im Magnetfeld. Meßinstrumente. Gleichstrommaschinen. Transformatoren. Wechselstrommaschinen. Elemente und Akkumulatoren. Elektrische Beleuchtung. Verteilung der elektrischen Energie.

In der vorliegenden zweiten Auflage sind folgende Gegenstände neu aufgenommen worden: Ideale Magnetisierung; magnetischer Spannungsmesser; Vibrationsgalvanometer; Wechselstrombrücke u. a.

Handbuch der Starkstromtechnik. I. Band = Konstruktion und Berechnung elektrischer Maschinen und Apparate. Von Ing. Robert Weigel. Vollständig umgearbeitet und erweitert von Dipl.-Ing. Hugo Loewe. Vierte, verbesserte und ergänzte Auflage. Verlag von Hachmeister & Thal, Leipzig, 1923/24. Teil I = Generatoren, Umformer, Transformatoren (einschließlich Gleichstrom- und Synchronmotoren). 288 Seiten, 266 Abbildungen und 14 Tafeln. Preis: geheftet M 12,—.

Aus dem Inhalt: Gleichstrommaschinen, Synchronmaschinen, Turbogeneratoren, Umformer und Transformatoren, Quecksilberdampf-Gleichrichter.

Teil II = Asynchron- und Wechselstrom-Kommutatormotoren. 131 Seiten, 152 Abbildungen, 2 Tafeln. Preis: geheftet M 6,—.

Aus dem Inhalt: Asynchron-Drehstrom- und Einphasenstrommotoren, Drehstrommotoren mit abstufbaren Umlaufzahlen. Phasenschieber. Ein- und Mehrphasen-Kommutatormotoren.

Außer der Darstellung der Wirkungsweise und der Beschreibung der Ausführungsformen enthält das Werk ausführliche Berechnungsbeispiele der einzelnen Maschinengattungen. Da für das Studium des Werkes nur die Kenntnisse der Grundlagen von Elektrotechnik und Mechanik vorausgesetzt werden, eignet sich das Werk besonders für den praktischen Gebrauch.

Das neue Volksbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Eine moderne, praktische und gründliche Darstellung für Haus und Schule. Von Hugo Rösler, Dresden. Zweite, verbesserte Auflage. Dieterichsche Verlagsbuchhandlung, Leipzig, 1924. 192 Seiten, 114 Abbildungen und 1 Tafel. Preis: geheftet M 5,—; gebunden M 6,50.

Aus dem Inhalt: Strombildung im Element. Beschaffenheit des Strombettes. Widerstände. Überwindung der Widerstände. Nützliche Anwendung der Widerstände. Der Strom im flüssigen Leiter. Stahlmagnet und stromdurchflossene Drahtspirale. Der Elektromagnet. Die Elektroinduktion. Wirkungen hochgespannter Elektrizität. Die Magnetinduktion. Erzeugung hochgespannter Elektrizität mit der Dynamomaschine.

Isolierte Leitungen und Kabel. Erläuterungen zu den Normen für isolierte Leitungen in Starkstrom-

Digitized by Google

anlagen, den Normen für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen, den Normen für umhüllte Leitungen und den Kupfernormen Im Auftrage des Verbandes Deutscher Elektrotechniker herausgegeben von Dr. Richard Apt. Zweite Auflage. Verlag Julius Springer, Berlin, 1924. 140 Seiten, 7 Abbildungen. Preis: geheftet M 6,90.

Die elektrische Meßtechnik. Von J. Herrmann, Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Stuttgart. I. Die elektrischen Meßmethoden im allgemeinen. Sammlung Göschen, Nr. 885. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig, 1924. 124 Seiten, 85 Abbildungen. Preis: gebunden M 1,25.

Aus dem Inhalt: Messungen mit Zeigerinstrumenten. Messungen mit Spiegelinstrumenten. Die Nullmethoden. Die Vergleichsmessungen nach Ausschlagmethoden. Hilfsmittel.

Der Text ist klar und kurz geschrieben. Die schematischen Abbildungen und Schaltskizzen erleichtern das Verständnis. Die Bilder der nötigen Meßgeräte sind in dem früher erschienenen Bändchen über Meßinstrumente (Sammlung Göschen Nr. 477) enthalten. In zwei weiteren Bändchen sollen die Anwendungen der Meßverfahren in der allgemeinen Elektrotechnik und im besonderen für die Untersuchung der Maschinen beschrieben werden.

Elektrotechnik in Einzeldarstellungen. Unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner herausgegeben von Professor Dr. Gustav Benischke. 1. Heft: Die Schutzvorrichtungen der Starkstromtechnik gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen. Von Professor Dr. Gustav Benischke. Dritte, erweiterte Auflage. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Akt.-Ges., Braunschweig, 1923. 149 Seiten, 132 Abbildungen. Preis: geheftet M 4,50, gebunden M 6,–.

Aus dem Vorwort: „Von Schutzvorrichtungen wurden nur die bewährtesten beschrieben, unter Berücksichtigung ihrer Vor- und Nachteile. Es kann nicht Zweck eines Buches sein, Auszüge aus Preislisten nachzudrucken oder die von Zeit zu Zeit auftauchenden, abenteuerlichen Schutzvorrichtungen zu berücksichtigen, bloß deshalb, weil sie irgendwo veröffentlicht oder patentiert worden sind. Für die Beurteilung der Schutzvorrichtungen waren mir nebst meinen eigenen langjährigen Erfahrungen auch die Fragebogen des Elektrotechnischen Vereins, über die ich und Sühring berichtet haben, wertvolles Material."

Aus dem Inhalt: Atmosphärische Ladungen. Überspannungen Schutzmittel. Schutzvorrichtungen ohne Funkenstrecke. Schutzvorrichtungen mit Funkenstrecke. Hilfsapparate und Schaltungen. Spannungssicherungen für Niederspannungsstromkreise.

Über Diesel-Elektrische Lokomotiven im Vollbahnbetrieb. Theorie, Betriebsverhältnisse und Wirtschaftlichkeit. Von Dr.-Ing. Herbert Brown, Baden, Schweiz. Verlag Ernst Waldmann, Zürich, 1924. 74 Seiten, 27 Abbildungen. Preis: geheftet M 2,40.

Das Heft behandelt die zur Zeit brennende Frage der Verwendungsmöglichkeit des Dieselmotors für Traktionszwecke.

Im ersten allgemeinen Teil werden die bis heute vorgeschlagenen Kraftübertragungssysteme, nämlich der unmittelbare Antrieb, die Übertragung mit Zahnradgetriebe, mit Flüssigkeitsgetriebe, mit Druckluft, die elektrische Übertragung sowie die kombinierten Systeme (Dampf-Diesel-Lokomotive) erwähnt und die Aussichten der Anwendungsmöglichkeiten dieser Systeme dargelegt.

Der zweite Teil ist der Untersuchung der Diesellokomotive mit elektrischer Kraftübertragung gewidmet, die zur Zeit als die aussichtsreichste Lösung erscheint.

Bibliothek der gesamten Technik. 295. Band. Einführung in die drahtlose Telegraphie und Telephonie. Von Konrad Windmüller, Ingenieur. Zweite Auflage. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig, 1924. 112 Seiten, 80 Abbildungen. Preis: geheftet M 2,30.

Der Verfasser ist bestrebt, dem Leser in leicht verständlicher Darstellung über das gesamte Gebiet der drahtlosen Nachrichtenübermittlung, insbesondere über alle mit dem Rundfunk zusammenhängenden Fragen zu unterrichten. Das Buch wird denen, die eine sachlich wertvolle fachmännische Darstellung der drahtlosen Technik wünschen, gute Dienste leisten.

Radiotechnik. Von J. Herrmann, Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Stuttgart. I. Allgemeine Einführung. Sammlung Göschen Nr. 888. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig, 1924. 128 Seiten, 75 Abbildungen und 16 Tafeln. Preis: gebunden M 1,25.

Die Sammlung Göschen wird die Radiotechnik in einer Reihe von einzelnen in sich abgeschlossenen Bändchen behandeln. Das jetzt erscheinende erste Bändchen gibt auf strengwissenschaftlicher Grundlage einen Überblick über den derzeitigen Stand der Radiotechnik, und zwar nicht nur der jetzt im Vordergrund stehenden Rundfunktelephonie, sondern auch der drahtlosen Telegraphie. Man findet in dem Bändchen über alle Gebiete der Radiotechnik die Grundlagen: also die verschiedenen Arten der Schwingungserzeugung und das Wesen der elektromagnetischen Wellen, die Einrichtungen der Großstationen für den Überseeverkehr, den Bau und die Bedienung der Rundfunkempfänger usw. Dabei sind die neuesten Apparate, soweit sie beim Abschluß des Manuskripts bekannt waren, mitberücksichtigt. Auf diese Weise stellt das Bändchen nicht bloß einen Ratgeber für den Radioamateur dar, sondern gleichzeitig kann sich der gebildete Laie ohne große Mühe in dem so viel versprechenden Gebiet der Radiotechnik zurechtfinden.

Die Industrie der Steinkohlenveredelung. Zusammenfassende Darstellung der Aufbereitung, Brikettierung und Destillation der Steinkohle und des Teers. Von Oberingenieur Fritz Schreiber, Essen-Rüttenscheid. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn Akt.-Ges., Braunschweig, 1923. 192 Seiten, 102 Abbildungen. Preis: geheftet M 6,–, gebunden M 7,50.

Aus dem Inhalt: Entstehung der Steinkohle. Aufbereitung der Steinkohle. Brikettierung der Steinkohle. Verkokung der Steinkohle. Nebenproduktengewinnung. Teerdestillation.

Digitized by Google

Die Legierungen in ihrer Anwendung für gewerbliche Zwecke. Ein Hand- und Hilfsbuch für sämtliche Metallgewerbe. Von A. Ledebur, weil. Geheimer Bergrat und Professor. Sechste, umgearbeitete und erweiterte Auflage. Bearbeitet und herausgegeben von Professor Dr.-Ing. e. h. O. Bauer, Hauptabteilungsleiter der Abteilungen für Metallographie und anorganische Chemie am Materialprüfungsamt, stellvertretender Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Metallforschung zu Berlin-Dahlem. Verlag M. Krayn, Berlin, 1924. 424 Seiten, 154 Abbildungen. Preis: geheftet M 20,–.

Aus dem Inhalt: Begriffsbestimmung des Wortes Legierung. Eigenschaften der Metalle und Legierungen. Darstellungen der Legierungen. Die gewerblich wichtigsten Metalle und Legierungen.

Auch die vorliegende Neuauflage des Buches wendet sich nicht an den Theoretiker, sondern an den Praktiker. Viele theoretisch hoch bedeutsame neue Erkenntnisse, z. B. über den Feinbau der Materie und anderes, konnten daher nur kurz gestreift werden. Ausführlicher behandelt wurde die wichtige Frage der Seigerungen. Die Abschnitte über Festigkeitseigenschaften, über Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse sind umgearbeitet. Neu aufgenommen ist ein kurzer Abschnitt über Rekristallisation.

Aluminium und Aluminium-Legierungen, ihre Werte für Technik und Wirtschaft. Von Dipl.-Ing. Dr. Hans Berg. Verlag H. Bechhold, Frankfurt a. M., 1924. 81 Seiten. Preis: geheftet M 3,60.

Die aus drei Teilen bestehende Arbeit bringt: im ersten, im einleitenden Teil, kurz umrissen die Notwendigkeit der deutschen Aluminiumindustrie für Technik und Wirtschaft, die historische Entwicklung dieses Industriezweiges und die Gewinnung und Verarbeitung der Aluminiummetalle, im zweiten, im Hauptteil, die Bekanntmachung mit dem Zweck und Ziel der technischen Ökonomik, die Erklärungen für Wert- und Legierungsbegriff und schließlich die Bekanntmachung mit allen technischen und wirtschaftlichen Werten des Aluminiums und der Aluminium-Legierungen mit ihren Charakteristiken als Ersatzstoffe für andere Metalle, und endlich im dritten, im Schlußteil, den Ausblick für die Aluminiumindustrie in Deutschland.

Korrosionsforschung vom Standpunkte der Metallkunde. Von W. H. Creutzfeld. Verlag Friedrich Vieweg & Sohn, Akt.-Ges., Braunschweig, 1924. 38 Seiten. Preis: geheftet M 2,–.

Aus dem Inhalt: Allgemeine Reaktionsgesetze. Elektrolytisches Potential. Nebenvorgänge, die den gleichförmigen Angriff beeinflussen. Verhalten der Metalle gegen Gase. Hinweis auf kolloidale Erscheinungen. Über die Prüfungsarten und Apparaturen.

Das Transportwesen in industriellen Betrieben. Gemeinfaßlich dargestellt von Oberingenieur Herbert R. Müller, Studienrat an der Beuthschule, Berlin. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig, 1924. 211 Seiten, 139 Abbildungen. Preis: geheftet M 4,65, gebunden M 5,80.

Aus dem Inhalt: Die Fördermittel des An- und Abfuhrverkehrs. Die Fördermittel des Werkhofverkehrs. Die Fördermittel des Werkstättenverkehrs. Hilfsmittel des Transportes. Die Organisation des Transportes.

Eisenhüttenkunde. Von Dr.-Ing. M. v. Schwarz, außerordentlicher Professor an der Technischen Hochschule in München. I. Das Roheisen. Sammlung Göschen Nr. 152. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig, 1924. 128 Seiten, 34 Abbildungen und 1 Tafel. Preis: gebunden M 1,25.

Nach einem kurzen geschichtlichen Überblick über die Eisenherstellung wird eine neuzeitliche Einteilung der Roheisengattungen geboten. Die Eigenschaften, Liefervorschriften und Roheisennormen mit zahlreichen Angaben über die chemische Zusammensetzung werden auch dem Praktiker manche gewünschte Auskunft geben können. Ausführlicher werden die Einflüsse der verschiedenen Legierungsbestandteile behandelt, besonders auch in bezug auf die Festigkeitseigenschaften und Hand in Hand damit, auch auf die Gefügeausbildung, welche durch besonders kennzeichnende Textbilder veranschaulicht wird.

Die Roheisenerzeugung selbst wird als Hauptteil eingehend behandelt. Der Hochofen mit seiner Wärmewirtschaft, den Hilfsapparaten usw. ist in neuzeitlicher Weise mit Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung beschrieben und dabei auch auf die physikalisch-chemische Gleichgewichtslehre Rücksicht genommen. Dies ist auch bei der Besprechung der Hochofenschlacken geschehen.

Der Elektrohochofen findet gebührende Erwähnung; ferner die Herstellung synthetischen Roheisens sowie das Bassetverfahren.

Die Verarbeitung des Roheisens durch Gießen und die Bearbeitung des Gußeisens, auch das Löten, Schweißen und die Oberflächenbehandlung des Graugusses werden kurz erwähnt.

Das Gesetz des Kraftverlaufes beim Stoß. Untersuchungen über die gesetzmäßigen Beziehungen beim Stoß elastischer Körper. Von Dr.-Ing. Franz Berger in Wien. Verlag Friedrich Vieweg & Sohn, Akt.-Ges., Braunschweig, 1924. 192 Seiten, 67 Abbildungen. Preis: geheftet M 9,–, gebunden M 12,–.

Aus dem Inhalt: Untersuchungen des Kraftverlaufes beim Stoß. Die Stoßdauer als Funktion der Stoßgeschwindigkeit. Formänderung. Weg des Schwerpunktes und des Stoßpunktes der stoßenden Körper als Funktion der Zeit. Der Stoßweg als Funktion der Stoßgeschwindigkeit. Geltungsbereich der Stoßgesetze.

Der Verfasser, der Angehöriger des Siemenskonzerns ist, schreibt im Vorwort:

Bei der vorliegenden Arbeit wurden im wesentlichen zwei Wege der experimentellen Untersuchung eingeschlagen, von denen der erste nicht den gewünschten Erfolg hatte. Ich habe ihn trotzdem ausführlich wiedergegeben, weil einesteils ein anderer dadurch vor erfolgloser Arbeit bewahrt werden kann und weil andernteils die angewendete Methode der punktweisen Aufnahme für andere Fälle elastizitätstheoretischer Untersuchungen von großem Nutzen sein kann. Aus letzterem Grunde sind überhaupt beide Untersuchungsverfahren ausführlicher besprochen, als dies bloß für den Zweck des Nachweises

Digitized by Google

der Richtigkeit der Rechnung erforderlich gewesen wäre. Der gleiche Grund war auch maßgebend dafür, daß die bei der Auswertung der Versuche zu berücksichtigenden Fehlerquellen ausführlich dargelegt wurden. Gleichzeitig verband ich damit auch den Zweck, das Vertrauen in die Richtigkeit der angegebenen Beobachtungsziffern zu vertiefen.

Man könnte es dieser Ausführlichkeit gegenüber als einen Mangel bezeichnen, daß nicht bei allen Sätzen alle auftretenden Möglichkeiten mit der gleichen Ausführlichkeit behandelt wurden. Der Grund dafür ist der, daß man aus der gleichartigen Behandlung gleichartiger Aufgaben, die schon an früheren Stellen des Textes gelöst erscheinen, ohne weiteres ersehen kann, welcher Rechenvorgang einzuhalten ist. Vielfach wäre die Behandlung auf eine schablonenhafte Rechenarbeit hinausgelaufen, und damit wollte ich den Umfang des Buches nicht vergrößern. Die gelösten Fälle sind dafür bei aller erforderlichen Einschränkung doch mit solcher Ausführlichkeit dargelegt, daß jeder, der die Anfangsgründe der höheren Mathematik beherrscht, die Rechnung ohne weiteres verfolgen kann. Nur die Rechnung, die man selbst ausführt, überzeugt.

In der vorliegenden Arbeit ist viel von einer Hertzschen Beziehung die Rede, die der Leser in der Originalabhandlung von Hertz (Über die Berührung fester elastischer Körper, Ges. Abh. Bd. 1, S. 155, Leipzig 1895) nicht leicht wiederfinden wird. Diese Abhandlung ist überhaupt sehr schwer zu lesen und wohl aus diesem Grunde von den daran am meisten Interessierten — den Technikern — völlig unbeachtet geblieben. Es ist das große Verdienst von Prof. Dr. Aug. Föppl, den in dieser Abhandlung verborgenen Schatz gehoben und daraus ein wertvolles Werkzeug der technischen Wissenschaften geformt zu haben.

Ich würde es als einen Erfolg der Arbeit ansehen, wenn sie Veranlassung geben sollte, daß jene Aufgaben der Elastizitätstheorie (insbesondere die dynamischen), die bisher zumeist rein mathematisch behandelt wurden, auch experimentell untersucht und die Ergebnisse der Rechnung durch Messungen nachgewiesen würden. Bei rein rechnerischer Behandlung geht leicht die Übersicht über den physikalischen Zusammenhang verloren, und die wahrscheinlichste Gleichung hat nur Wert, wenn ihre Richtigkeit durch den Versuch nachgewiesen ist.

Technisches Auskunftsbuch für die Jahre 1924 bis 1925. Eine alphabetische Zusammenstellung des Wissenswerten aus Theorie und Praxis auf dem Gebiete des Ingenieur- und Bauwesens unter Berücksichtigung der neuesten Errungenschaften. Ferner Preise und Bezugsquellen. Von Hubert Joly. 30. Jahrgang. Auskunftsbuch-Verlag Joly, Kleinwittenberg a. E. 1393 Seiten. Preis: gebunden M 10,—.

Der „Joly", der jetzt zum 30. Male erscheint, bedarf kaum noch einer besonderen Empfehlung. Er ist ein unentbehrliches Nachschlagebuch für die Technik, namentlich für den Einkäufer der technischen Industrie, geworden. Man könnte ihn die „Hütte des Einkäufers" nennen.

Das deutsche Erfinderrecht (Patent- und Musterschutzrecht). Von Dr. jur. Alexander Elster in Berlin. Sammlung Göschen Nr. 891. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig, 1924. 118 Seiten. Preis: gebunden M 1,25.

Aus dem Inhalt: Vom Erfinderrecht zum Patentrecht. Erfindung, Erfinder und Anmelder als Träger des Patentrechtes. Die Einzelheiten der Wirksamkeit des subjektiven Patentrechtes. Das Warenzeichenschutzrecht.

Organisation und Leitung technischer Betriebe. Allgemeine und spezielle Vorschläge von Ingenieur Fritz Karsten, Betriebsleiter. Verlag Julius Springer, Berlin, 1924. 163 Seiten, 55 Vordrucke. Preis: geheftet M 4,20.

Die Schrift will versuchen, dem technischen Personal der Fabrikbetriebe einige Anregungen zum Ausbau der Organisation der Betriebe zu geben. Sie ist nicht für die ganz großen Werke bestimmt, sondern für die große Masse der mittleren Werke. Im Vordergrunde steht die Behandlung der Organisation des technischen Teiles der Fabriken. Tätigkeit und Obliegenheiten des technischen Personals, insbesondere des Betriebspersonals, werden erläutert und hierfür Richtlinien aufgestellt, welche die Grundlage der Organisation bilden sollten. Der Hauptzweck jeder Organisation wird darin gefunden, unter Ersparnis an Arbeitskraft, Material und Betriebsmitteln möglichst hohe Leistungen zu erzielen.

Aus dem Inhalt: Der technische Direktor. Die Betriebsleitung. Das Betriebsbureau. Das Lager. Werkstatteinteilung. Das Lohnbureau. Das Vorkalkulationsbureau. Das Konstruktionsbureau. Der kaufmännische Teil der Fabrik.

Aus Handel, Industrie und Technik. Briefwechsel und Musterbeispiele. Auf Grund von Geschäftsakten unter Beigabe von Zeichnungen herausgegeben von Alfred Schlomann, beratender Ingenieur in München. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin, 1922. Preis: M 11,—.

Das Werk wird sich mit den verschiedensten Zweiggebieten der Industrie befassen, und sich nicht nur auf die Wiedergabe von Briefwechseln beschränken, sondern auch sonstige der Praxis entnommenen Vorgänge im Zusammenhang schildern. Es soll nach und nach eine Sammlung entstehen, die nach Möglichkeit alles berücksichtigt, was in die praktische Tätigkeit des Ingenieurs, des industriellen Kaufmannes und des mit der Industrie arbeitenden Juristen fällt. Das Werk erscheint als zwanglose Folge von Einzelheften.

Der Verfasser hat sich nicht lediglich mit der Wiedergabe von Geschäftsakten begnügt, vielmehr stellt er sich gleichzeitig die Forderung nach Verbesserung der Sprache, wie der stilistischen Form unter vollkommener Wahrung des sachlichen Inhaltes. Der Techniker wird sich beim Studium dieses Werkes die zur richtigen Abwicklung von Geschäften unbedingt nötige kaufmännische Kenntnis aneignen; der Kaufmann wird in das begriffliche Denken des Ingenieurs und Industriellen eingeführt und wird den Wert der bildlichen Darstellung zur Unterstützung seiner Ausdrucksweise kennen und schätzen lernen, denn den Heften sind zur Erhöhung der Anschaulichkeit Zeichnungen und Schaubilder beigegeben. Die zunächst vor-

Digitized by Google

liegenden Hefte 1 bis 6 behandeln den vollständigen Briefwechsel von der ersten Anregung bis zur Lieferung von folgenden Gegenständen: 1. Heft: Laufkran für eine Hafenlöschanlage. 2. Heft: Dampfkesselanlage. 3. Heft: Brauerei-Kühlanlage. 4. Heft: Städtisches Leitungsnetz für Licht- und Kraftstrom. 5. Heft: Elektrisch angetriebener Laufkran für eine Maschinenbauhalle. 6. Heft: Elektrische Akkumulatorenanlage.

Die Fortsetzung dieses Werkes ist nur möglich, wenn industrielle Werke, Kaufleute und Ingenieure seinem Zweck das nötige Verständnis entgegenbringen und geeignete Unterlagen zur Verfügung stellen.

Lehrbuch der Physik. Von Dr. Bernhard Dessau, ordentl. Professor der Physik an der Universität Perugia. Vom Verfasser aus dem Italienischen übertragen. I. Band: Mechanik, Akustik, Wärmelehre. 667 Seiten, 490 Abbildungen. Preis: geheftet M 18,–; gebunden M 20,–. II. Band: Optik, Elektrizitätslehre. 960 Seiten, 554 Abbildungen und 1 Spektraltafel. Preis: geheftet M 30,–; gebunden M 32,–. Verlag Joh. Ambrosius Barth, Leipzig 1922 und 1924.

Aus dem Vorwort: Das vorliegende Buch, aus den Erfahrungen des Verfassers in seiner Lehrtätigkeit und im Verkehr mit Kollegen hervorgegangen, war zuerst in italienischer Sprache erschienen. Indem der Verfasser seine Arbeit nunmehr dem deutschen Publikum übergibt, wendet er sich damit zunächst an die studierende Jugend der Hochschulen, gleichzeitig aber auch darüber hinaus an einen Kreis von Lesern, die, ohne beim akademischen Studium angelangt zu sein, bereits die Fähigkeit besitzen und den Wunsch empfinden, da oder dort die Grenzen des Schulprogramms zu überschreiten, das eine oder andere Gebiet der Wissenschaft näher kennenzulernen. Allen diesen möchte das Buch ein Führer sein, der ihnen das große Reich der Physik erschließt, ihnen einen Überblick über sämtliche Provinzen desselben verschafft.

Die Lösung der Aufgabe, wie der Verfasser sie sich gestellt hat, ist an zwei Bedingungen geknüpft: an Klarheit und Strenge des Ausdrucks im Verein mit elementarer und dabei vollständiger Darstellung des umfangreichen Themas.

Von der mathematischen Formelsprache wurde ziemlich ausgiebig Gebrauch gemacht — stets jedoch nur so weit, als es für die Diskussion und Zusammenfassung der Beobachtungsergebnisse oder zur Begründung und Formulierung der Fragestellung im Hinblick auf das experimentelle Vorgehen notwendig erschien. Auf den Gebrauch der Differential- und Integralrechnung glaubte der Verfasser, trotz der von berufener Seite dafür geltend gemachten Gründe, verzichten zu sollen; die Darstellung soll ja durchaus elementar gehalten sein. In weitgehendem Maße sind die technischen Anwendungen berücksichtigt; der Verfasser hofft damit nicht allein denjenigen seiner Leser, welche die Physik hauptsächlich um dieser späteren Anwendungen willen betreiben, sondern auch dem Lehrer, der das Buch zur Weiterführung und gelegentlichen Ergänzung seines Unterrichtes benutzen will, einen Dienst erwiesen zu haben.

Physikalisches Handwörterbuch. Herausgegeben von Arnold Berliner und Karl Scheel. Verlag Julius Springer, Berlin, 1924. 900 Seiten, 573 Abbildungen. Preis: gebunden M 39,–.

Die Herausgeber haben mit ihrem Buche einem Wunsche aus Fachkreisen entsprochen. Das Buch soll über die Einzelheiten der Physik und physikalischen Technik kurz und zuverlässig unterrichten, eine erste Belehrung geben. Es soll so dem Physiker einen schnellen Blick auf Teile außerhalb seines engeren Arbeitsgebietes ermöglichen, noch mehr aber den weiten Kreisen dienen, denen die Physik ein bevorzugtes Hilfsfach ist. Über das Bedürfnis nach einem solchen Buche braucht nicht gesprochen zu werden.

Zur Bearbeitung der einzelnen Stücke haben die Herausgeber 59 Mitarbeiter herangezogen. So Treffliches diese teilweise geleistet haben mögen, das Hauptverdienst um das Buch haben die Herausgeber selbst. Nur eigene umfassende Kenntnis, Geschick in der Führung und große Geduld konnten sie befähigen, die Grenzen abzustecken, den Stoff angemessen zu verteilen, Gemeinsames wieder zusammenzufassen. Sie haben dabei die Schwierigkeiten der Schriftleitung in einem Maße kennengelernt, das offenbar weit über ihre langjährigen Erfahrungen in dieser Tätigkeit hinausgegangen ist. Die Vorrede gibt davon eine anschauliche Vorstellung. Die Herausgeber haben auch darauf verzichten müssen, alle verbliebenen Lücken zu schließen, und haben mit Recht vorgezogen, das Werk auch in dem sie noch nicht befriedigenden Zustande erscheinen zu lassen, mit der Vornahme, in späteren Auflagen das Notwendige nachzuholen. Dafür werden ihnen die Freunde der physikalischen Literatur nur dankbar sein, denn das Werk bietet ihnen schon jetzt ein lange entbehrtes Hilfsmittel.

Die große und vollständig überhaupt nicht überwindbare Schwierigkeit bei Sammelwerken dieser Art wird immer in dem Erzielen tunlichst gleichmäßiger Behandlung durch die einzelnen Verfasser bestehen. Auch hier sind Darstellungsweise, Begrenzung und Voraussetzung der Vorkenntnisse sehr verschieden. Wo dadurch erhebliche Störungen entstehen, werden fernere Auflagen Abhilfe bringen. So ist den Dampfkesseln ein verhältnismäßig breiter Raum mit größeren Bildern gewidmet, den man in dem Rahmen des Werkes kaum erwartet, wenn er aber schon aufgewendet wurde, so hätte man hier gern wenigstens einige Andeutungen über gewisse physikalische Fragen gesehen. Ebenso ist bei der Dampfmaschine ein faßliches Eingehen auf den Kernpunkt der Theorie zu vermissen, den Wärmeaustausch zwischen Dampf und Zylinderwand. Ähnlich kann die äußerliche Beschreibung der Gleichstrom-Dampfmaschine ohne kurze Begründung nach kalorimetrischen Gesichtspunkten nicht genügen. Über Eismaschinen oder Kühlmaschinen würden wohl auch Physiker knappe Mitteilungen mit einigen kennzeichnenden Zahlen wünschen. Den nahe der gesuchten Stelle stehenden „Economiser" würden sie sicher leichter entbehren. Die sechs Zeilen vom Induktorium bieten so gut wie nichts über dieses physikalische Gerät. Elektrische Bogenlampen sind, wie es scheint, ganz ausgelassen, auch über den Lichtbogen selbst ist nichts gesagt. Die Glühlampe tritt nur beiläufig in der neueren Art auf,

Digitized by Google

ohne grundsätzliche Betrachtungen. Auch die Luftpumpe (Vakuum-L.) erscheint nicht in zusammenfassender Behandlung, sondern nur in mehreren Sonderformen an verschiedenen Stellen, im Gegensatz zur Druckpumpe. Besonders auffallend ist das Fehlen der drahtlosen Telegraphie, wohingegen die drahtlose Telephonie ihren angemessenen Platz hat. — Solche und ähnliche Fälle, die der Benutzer des Werkes als Unvollkommenheiten empfinden kann, werden auch den Herausgebern bekannt sein. Es gebührt sich dagegen, auch auf die vielen Beispiele hinzuweisen, die einen recht befriedigenden Eindruck machen. Hier möge nur die Bearbeitung der photometrischen Abschnitte erwähnt werden, die nach Anordnung und Vollständigkeit dem Plane des Werkes gewiß vollkommen entsprechen.

Die Ausstattung des Werkes ist die von dem Verlage zu erwartende. Sicher werden die Herausgeber durch den buchhändlerischen Erfolg für ihre großen Mühen belohnt und zur Fortbildung ihrer Schöpfung ermutigt werden.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

ELEKTROMASCHINENBAU

Theorie und Berechnung des Käfig-Anker-Repulsionsmotors. H. H West. „Journal of the American Institute of Electrical Engineers", 43. Bd. September 1924, 9, S. 783—90, 11 Abb. (Analytische Untersuchungen der Arbeitsweise des Motors, Ableitung des Berechnungsverfahrens, Versuchsergebnisse.)

DAMPFKRAFTWERKE

Die Überwachungsverfahren im Kesselhause. „Electrical Review" (Ldn.), 95. Bd., 12. September 1924, 2442, S. 388—89, 3 Abb. (Auswertung der von den einzelnen Registrierapparaten angegebenen Aufzeichnungen.)

KRAFTÜBERTRAGUNG

Entwurf eines 110000 V-Netzes. H. Pierce. „Electrical World", 84. Bd, 13. September 1924, 11, S. 507 bis 510, 12 Abb. (Beim Bau der Verteilung mußte auf die auftretenden großen Stürme Rücksicht genommen werden.)

KRAFTVERSORGUNG

Die elektrischen Anwendungen im Londoner Bezirk. Heinemann. „World Power", 2. Bd., 9, S. 138 bis 145. (Vergleich mit anderen Ländern, Stromerzeugung, Kapitalaufwand, Stromverbrauch: im Transportwesen.)

SCHUTZVORRICHTUNGEN

Schutz der elektrischen Leitungsnetze gegen Kurzschlüsse und Isolierfehler. V. Genkin. „Rev. Gén. de l'Electricité", 16. Bd., 6. September 1924, 10, S. 379—87; 13. September 1924, 11, S. 429—40; 20. September 1924, 12, S. 475—83, 70 Abb. (Übersicht über die verschiedenen vorgeschlagenen Lösungen und ihre praktische Anwendbarkeit.)

GLEICHRICHTER

Die Anwendung von Quecksilberdampfgleichrichtern bei Bahnen. D. Barthélémy. „Rev. Gén. de l'Electricité", 16. Bd., 20. September 1924, 11, S. 455—63, 9 Abb. (Beschreibung des Unterwerkes des Bahnhofes „Nation" der Pariser Untergrundbahn.)

BELEUCHTUNG

Wirtschaftlichkeit der guten Werkstattbeleuchtung. J. J. McLaughlin. „American Machinist", 61. Bd., 4. Oktober 1924, 7, S. 253—56, 9 Abb. (Vorteile einer zweckmäßigen Beleuchtungsanlage, Anordnung der Werkstattlampen, Ersparnisse durch regelmäßiges Reinigen.)

LANDWIRTSCHAFT

Die Versorgung der ländlichen Bezirke mit elektrischer Energie. „Rev. Gén. de l'Electrité", 16. Bd., 13. September 1924, 11, S. 440—41. (Die Meinung wird vertreten, daß für Frankreich als günstigste Energieerzeugungsquellen kleine Kraftwerke mit Schwerölmotoren in Frage kommen.)

ELEKTRISCHE ANTRIEBE

Die charakteristischen Kurven von Zentrifugalpumpen. W. E. W. Millington. „World Power", 2. Bd., August 1924, 8, S. 103—07, 7 Abb. (Aufstellung der verschiedenen Formeln und ihre Auswertung.)

HEIZUNG

Elektrische Heizkörper. „Electrical Review" (Ldn.), 95. Bd., 3. Oktober 1924, 2445, S. 518; 10. Oktober 1924, 2446, S. 553—54. (Zusammenstellung von neuen elektrischen Heizkörpern.)

BERGBAU

Die Anwendung der Elektrizität im Bergbau. „Electrician", 93 Bd., 3. Oktober 1924, 2420, S 375. (Die Frage der Feuersicherheit bei den einzelnen Apparaten.)

EISEN- UND STAHLINDUSTRIE

Die Verwendung des Gasmotors in der Stahlindustrie. Danks. „Mechanical Engineering", 46 Bd., August 1924, 8, S. 450—62 und S. 501, 22 Abb. (Die verschiedenen Steuerverfahren bei Viertaktmotoren, Einfluß der Eintrittstemperatur von Gas und Luft, Fehlerquellen bei Kolben, Betriebskosten, Prüfversuche usw.)

WERKZEUGMASCHINEN

Elektrische Ausrüstung für Werkzeugmaschinen. J. W. Harper. „American Machinist", 61. Bd., 27. September 1924, 6, S. 215—17, 5 Abb.; 4. Oktober 1924, 7, S. 261—64, 6 Abb. (Die verschiedenen Arten von Anlaßvorrichtungen, Überspannungsschutz, Bremsen, Anwendungsmöglichkeiten von Wechselstrom- und Gleichstrommotoren.)

KRAFTWAGENBAU

Holzbewegung in einer Automobilkarosseriefabrik. B. Nagelvoort, Th. D. Perry. „Mechanical Engineering", 46. Bd., August 1924, 8, S. 472—77, 11 Abb. (Die Anlage der Holzstapelplätze, wirtschaftlicher Transport, Aufstapeln, Trocknen und Schneiden der Hölzer, Dampfverbrauch der Trockenöfen, Transporteinrichtungen.)

Verantwortlicher Schriftleiter: Dipl.-Ing. Fr. Heintzenberg, Charlottenburg.
Gedruckt bei Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68, Kochstraße 68—71.

Digitized by Google

SIEMENS-ZEITSCHRIFT
SIEMENS & HALSKE
SIEMENS-SCHUCKERT
SCHRIFTLEITUNG: LITERARISCHES BUREAU DER SIEMENS-SCHUCKERTWERKE
11/12. HEFT • BERLIN / NOV. / DEZ. 1924 • JAHRGANG 4

Zur Einführung

Die von der Deutschen Reichsbahn in Gemeinschaft mit dem Verein Deutscher Ingenieure im September veranstaltete

Eisenbahntechnische Tagung

hat in erfreulicher Weise gezeigt, daß die deutsche Schaffenskraft trotz aller ihr auferlegten Hemmungen nicht erlahmt ist.



Namentlich die Ausstellungen in Seddin und in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg haben den Beweis erbracht, daß die Leistungen der deutschen Industrie auf dem Gebiet des Eisenbahnwesens die Kritik nicht zu scheuen brauchen und geeignet sind, das durch die Nachkriegszeit gefährdete Vertrauen des Auslandes zu stärken.

Noch etwas anderes haben die Veranstaltungen dem aufmerksamen Beobachter gezeigt: die zunehmende Bedeutung des elektrischen Stromes für die Eisenbahn. Enge Beziehungen zwischen Verkehrswesen und Elektrotechnik bestehen bereits seit deren Kinderjahren. Es sei nur an die erste elektrische Eisenbahn von Werner Siemens erinnert, die im Jahre 1879 einen Hauptanziehungspunkt der Berliner Gewerbe-Ausstellung bildete. Auf dem Wege über Straßenbahn, Vorortbahn, Hoch- und Untergrundbahn und Überlandbahn ist aus der kleinen Lokomotive von 1879 die elektrische Vollbahn entstanden, deren Ausdehnung unaufhaltsam zunimmt. Das Eisenbahnsicherungswesen, die Nachrichtenübermittlung, die Beleuchtung von Bahnhöfen, Gleisanlagen und Signalen und zahllose andere für den gesicherten und geordneten Eisenbahnbetrieb unentbehrliche Dinge sind ohne Mitwirkung des elektrischen Stromes nicht mehr denkbar. — Die nachfolgenden Blätter enthalten im wesentlichen einen Rückblick auf den elektrotechnischen Teil der eisenbahntechnischen Ausstellung, sie lassen erkennen, daß die Siemens-Unternehmungen, wie von Anfang an, so auch heute, an der Entwicklung maßgebenden Anteil haben.

Digitized by Google

Pionierarbeiten der Siemens-Gesellschaften für die elektrischen Bahnen

Nach dem Entstehen der dynamoelektrischen Maschine im Herbst 1866 war sich Werner Siemens der Tragweite seiner Erfindung gleich bewußt. Mit Vorliebe richtete er sein Augenmerk auf die Übertragung mechanischer Leistung mit Hilfe der neuen Maschine. Schon auf der Pariser Ausstellung 1867 gab er Fachleuten einen Ausblick auf die nun geschaffenen Möglichkeiten und betonte besonders die Anwendung auf den Bahnbetrieb. Zunächst freilich mußte die Dynamomaschine eine gründliche Durchbildung zu einem zuverlässigen Generator und Motor für größere Leistungen erfahren. Das wichtigste Glied in ihrer baulichen Entwicklung wurde der 1872 durch v. Hefner-Alteneck erfundene Trommelanker. Ihre erste praktische Verwendung fand sie zum Erzeugen von Bogenlicht. Dafür regte sich schnell das Bedürfnis und Verständnis weiterer Kreise. Mit der Differentiallampe, die 1878 ebenfalls aus den Werkstätten von Siemens & Halske hervorging, und mit der gleich danach von Edison in brauchbare Form gebrachten Glühlampe entstanden die Mittel zur beliebigen Unterteilung des elektrischen Lichtes. Die Möglichkeiten zur Errichtung elektrischer Anlagen für ausgedehntere Bezirke waren gegeben. Auf der Berliner Gewerbeausstellung von 1879 entfaltete das elektrische Licht zum ersten Male in seinen verschiedenen Formen seine Vorzüge vor weiteren Kreisen.



Bild 1. Erste elektrische Eisenbahn von Werner Siemens 1879.

Zugleich aber fesselte alle Besucher der Ausstellung eine ihnen ganz neue Verwendung des elektrischen Stromes, eine kleine Eisenbahn (Bild 1) mit in sich zurücklaufendem Geleise von 300 m Länge, dreipferdiger Lokomotive (jetzt im Deutschen Museum, München) und angehängten Personenwagen, die während der Ausstellung von fast 100000 Personen befahren wurde. Werner Siemens hatte in der Entwicklungzeit der 70er Jahre auch schon Versuche mit der Kraftübertragung angestellt und 1878 eine erste noch bescheidene Anlage in der Gewehrfabrik Spandau errichten lassen. Jetzt gab er mit seiner kleinen Bahn, einem Mitteldinge von Erläuterungsmodell und wirklicher Straßenbahn, eine Vorstellung von der Art und Annehmlichkeit des elektrischen Bahnwesens, während er selbst aus diesem, immerhin schon der praktischen Verwendung nahekommenden Versuche manche Anregungen für die fernere Ausgestaltung schöpfte. Nachdem so die Öffentlichkeit eine Anschauung von dem neuen Verkehrsmittel gewonnen hatte, ließ Werner Siemens schon im folgenden Winter einen eingehenden Entwurf für eine säulengetragene Hochbahn für die Friedrichstraße in Berlin ausarbeiten (Bild 2). Die Ausführung scheiterte leider an vielen Bedenken der Behörden und der Anwohner.

Die Zukunft des elektrischen Bahnwesens vorausschauend verschmähte Werner Siemens auch nicht, die noch vielfach ungläubigen Fachkreise persönlich mit seinen Plänen bekanntzumachen. So hielt er im Elektrotechnischen Vereine in Berlin im Januar 1880 einen längeren Vortrag über die mögliche Ausgestaltung von Bahnen nach den verschiedenen Gebrauchzwecken. Daraus mag hier ein Vorschlag erwähnt werden, der erst viele Jahre später zur Ausführung gelangt ist. Es handelte sich dabei allgemein um die führerlose elektrische Schienenbahn, deren Zweckmäßigkeit Werner Siemens nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten entwickelte. Er bezog sich dabei besonders auf die kleinste Form, die elektrische Briefpost, durch die er die in ihrer Wirkungsweite zu beschränkte pneumatische Rohrpost ersetzen wollte. Die zu den Vorversuchen angefertigte zierliche, wie ein Spielzeug wirkende Lokomotive ist noch im Siemens-Museum vorhanden. Sie findet ihr Gegenstück

Digitized by Google

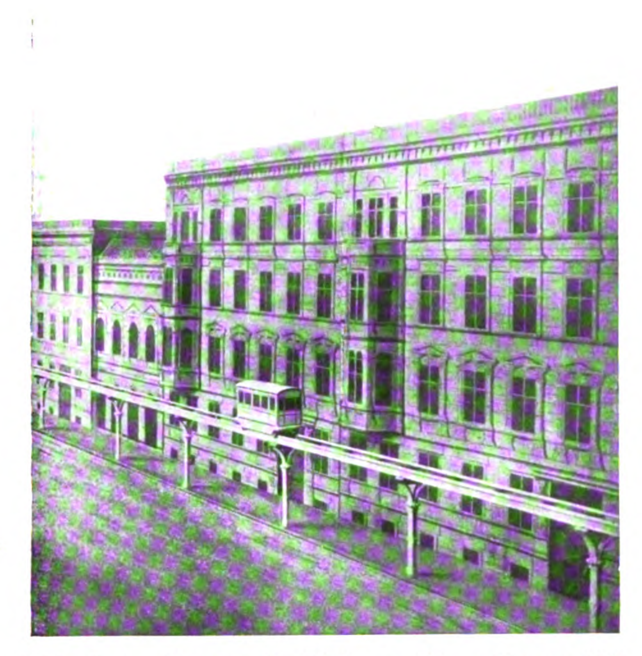


Bild 2. Entwurf zu einer Hochbahn von Werner Siemens 1881.

in einer größeren Lokomotive ähnlicher Art. Diese stammt von der elektrischen Rohrpost oder Tunnelpost, die von den SSW nach einem Menschenalter zur Verbindung des Münchener Hauptpostamtes mit dem Bahnhofe gebaut ist.

Nach dem vorläufig gescheiterten Bemühen, in Berlin selbst die erste elektrische Bahn für den öffentlichen Verkehr entstehen zu lassen, bauten S. & H. eine Straßenbahn bei Groß-Lichterfelde, die am 16. Mai 1881 eröffnet wurde (Bild 3). Sie hat in hohem Grade anregend gewirkt, und die Erfahrungen daran bildeten bei der Neuheit des Ganzen wertvolle Unterlagen für die folgenden Anlagen. Noch in demselben Jahre führten S. & H. auf der Weltausstellung in Paris eine elektrische Bahn vor, ebenso bauten sie 1883 für die Elektrizitäts-Ausstellung in Wien die Praterbahn. Inzwischen hatten S. & H. noch bei Charlottenburg Versuche auf einer Strecke mit größerer Steigung angestellt, und schon 1882 konnten sie mit vollem Erfolge die erste Industriebahn in Betrieb setzen, die Grubenbahn im Bergwerke Zauckerode (Bild 4). Auch für Straßenbahnen begann die bisherige Zurückhaltung der Geschäftsleute hier und da der Unternehmungslust zu weichen. Zeichen dafür waren die Aufträge zum Bau der Straßenbahnen Mödling—Vorderbrühl bei Wien (1883) und Frankfurt a. M.—Offenbach (1884).

Alle diese Bauten waren zu ihrer Zeit noch ein Wagnis. Die Eigenheiten des Elektromotors selbst waren noch wenig ergründet, sein organischer Zusammenhang mit dem Stromgeber und den anderen Motoren auf der Strecke noch ungeklärt, Erfahrungen im Betriebe vollständiger Anlagen wurden eben erst gewonnen, notwendige neue Einzelheiten mußten noch ihre Brauchbarkeit erweisen. Nur hervorragenden Technikern konnte deshalb das Ingangsetzen solcher, jetzt bescheiden erscheinenden Anlagen gelingen. Hier hat sich Karl Frischen bei S. & H. um die erste Entwicklung des neuen Gerätes besonders verdient gemacht. Ihn ergänzend trat bald Heinrich Schwieger in die Firma ein, der anfangs meist in Österreich wirkte, und die neue Bahnart namentlich vom Standpunkte des Bauingenieurs und Wirtschafters erfaßte und förderte.

Lehrreich für die technische Entwicklungsgeschichte war der Einfluß des Stromabnehmers auf die Ausgestaltung der elektrischen Bahn. Bei der ersten kleinen Bahn in Berlin wurde der Strom durch eine isolierte Mittelschiene und Schleifbürsten zugeführt, die Rückleitung erfolgte durch die Fahrschienen. In Lichterfelde bildeten die Fahrschienen allein die beiden Leitungen, von ihnen übernahmen die angemessen isolierten Laufräder die Stromleitung nach dem Motor.

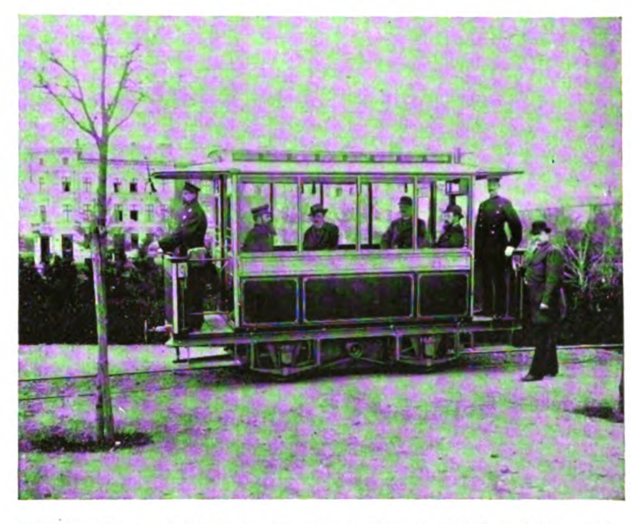


Bild 3. Erste elektrische Straßenbahn bei Lichterfelde 1881.

Die Unzuträglichkeiten dieser Stromführung an Straßenbahnen ließen für Paris, Mödling—Vorderbrühl und Frankfurt a. M.—Offenbach die

Digitized by Google

Oberleitung wählen, und zwar geschlitzte Eisenrohre mit innerem Gleitkörper am Zugseile. An anderer Stelle kamen Kontaktwägelchen auf

Bild 4a. Grubenbahn im Kohlenbergwerk Zauckerode, 1882. Längsschnitt.

Drähten zum Versuch. Bei der Grubenbahn dienten Profileisen an der First zur Stromleitung. Maßgebend war dabei immer die Vorstellung, daß zum sicheren Überleiten des Stromes vielfache Berührung oder starker Druck an den Berührungstellen erforderlich sei. Erst als sich die einfache Berührung bei mäßigem Drucke als vollkommen genügend erwies, konnte die ganze Stromzuführung die einfache Form annehmen, die den Aufstieg der elektrischen Bahnen ermöglicht hat. Das scheinbar Naheliegende ist auch hier nur auf Umwegen erreicht. Für die seitdem, von Sonderfällen abgesehen, allgemein verwendete Oberleitung mit Fahrdraht wurde 1885 in Amerika die Rolle als Stromabnehmer eingeführt. Diese ersetzten S. & H. 1887 nach W. Reichel durch den zuverlässigeren und auch für die Oberleitung zweckmäßigeren Bügel, der sich in der Form von W. Reichel und E. Frischmuth auch für die größten Geschwindigkeiten bewährt hat. Trotz der nunmehr erzielten Leichtigkeit der Oberleitung hatten die Stadtverwaltungen in Europa immer noch Bedenken gegen ihre Führung durch die Straßen. Erst 1891 ging Halle mit der Anwendung der Oberleitung voran. Inzwischen war aber schon zwei Jahre vorher unter Schwieger in Budapest die als erste ihrer Art bewährte Straßenbahn mit unterirdischer Stromzuführung erbaut, mit Leitungen in einem Schlitzkanale unter den Schienen, eine Bauweise, die danach auch noch vielfach Nachahmung fand.

Der alte Plan von Werner Siemens einer Hochbahn in Berlin hatte in dieser Zeit durch umfangreiche Entwürfe neue Gestalt gewonnen, die Verhandlungen darüber mit den Behörden gingen aber nur langsam vorwärts. Dagegen schuf Schwieger wieder in Budapest ein Vorbild für versenkte Stadtbahnen mit der ersten Unterpflasterbahn, die 1896 eröffnet wurde und, in allen Teilen gelungen, nicht ohne Folgen für die nun in demselben Jahre abgeschlossenen Verhandlungen in Berlin blieb. Die Berliner Hoch- und Untergrundbahn, 1902 vollendet, verwirklichte die Absichten ihres Urhebers in einem über den ursprünglichen Plan noch weit hinausgehenden Ausmaße. — In derselben Zeit entstand nach dem Entwurfe von Langen in Elberfeld die eigenartige Schwebebahn (Bild 5), deren elektrische Ausrüstung von der Firma Schuckert ausgeführt wurde. Auch für elektrisch betriebene Zahnradbahnen gaben 1894 S. & H. in der Barmer Bergbahn ein Vorbild. Die ersten Versuche mit gleislosem elektrischem Wagenbetriebe unter Benutzung einer Oberleitung stellten S. & H. schon 1882 bei Berlin an.

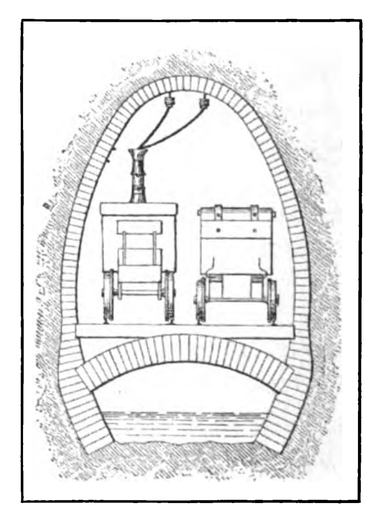


Bild 4b. Grubenbahn im Kohlenbergwerk Zauckerode, 1882. Querschnitt.

Auf den ersten Stufen der Entwicklung war die allgemeine Aufmerksamkeit naturgemäß den Straßenbahnen zugewendet, nur wenige Techniker arbeiteten ernsthaft an der weiteren Ausgestaltung bis zum elektrischen Betriebe von Vollbahnen. Zu ihnen gehörte Wilhelm von Siemens, der schon 1885 Entwürfe für Bahnen größerer Reichweite behandelte. Von der Erkenntnis ausgehend,

Digitized by Google

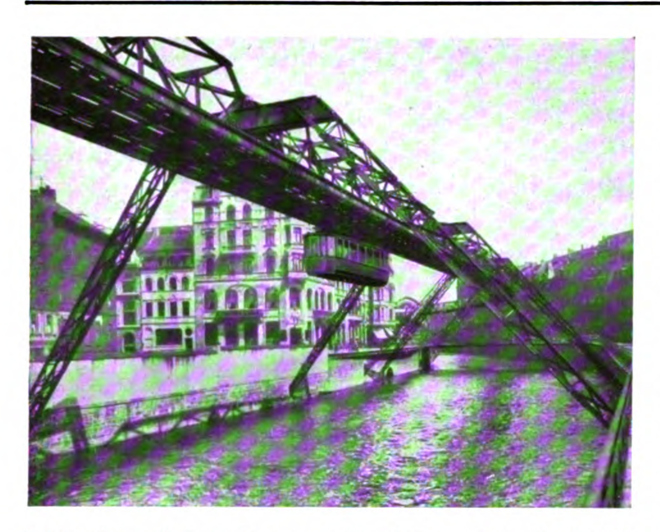


Bild 5. Schwebebahn Barmen—Elberfeld von Schuckert, 1900.

daß der Bau langer Bahnstrecken nur bei Verwendung hoher Spannungen wirtschaftlich sein könnte, wie sie mit Gleichstrom nicht erreichbar waren, schlug er vor, den Fahrzeugen unmittelbar von den Leitungen hochgespannten Wechselstrom zuzuführen, der mit Hilfe des eben ins Leben getretenen Transformators in Strom von niederer Spannung für den Antriebmotor umgewandelt werden sollte. Bei damals noch fehlendem brauchbaren Wechselstrommotor konnte dieser Plan zunächst noch keine Folgen haben. Als aber der Drehstrommotor entstanden war, tat Wilhelm von Siemens 1892 einen weiteren Schritt, indem er auf einer kurzen Versuchstrecke die ersten Erfahrungen an einer Drehstrombahn gewann. Sie bildete nur den Auftakt zu den seit 1897 veranstalteten umfangreicheren Versuchen mit hochgespanntem Drehstrom bei Lichterfelde, als deren Weiterführung von 1901 bis 1903 die berühmten Schnellbahnversuche bei Zossen durch die Studiengesellschaft von Siemens & Halske und der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft stattfanden (Bild 6).

Aus diesen Arbeiten flossen die wirksamsten Anregungen für den Bau elektrischer Fernbahnen, in dessen Anfang wir jetzt stehen. Der Drehstrom ist dafür wieder in den Hintergrund getreten, nachdem unter vielen Schwierigkeiten die Durchbildung des Einphasenkommutatormotors mit der einfachen Leitungsführung gelungen ist. Inzwischen ist als besonders lehrreiches Beispiel für die Vorzüge der elektrischen Zugförderung die schwedische Riksgränsbahn dafür eingerichtet und hat den Erwartungen vollständig entsprochen. (Vgl. das Bild auf S. 401.) Die hauptsächlich für den Erzversand von Kiruna nach dem Atlantischen Ozean und nach der Ostsee bestimmte, fast 500 km lange Bahn ist in dem kohlenarmen Lande erst mit Hilfe des elektrischen Stromes lebensfähig geworden, der durch die reichlich vorhandenen Wasserkräfte erzeugt wird. Der Inbetriebnahme der ersten von den SSW in Gemeinschaft mit der Allmänna Svenska eingerichteten Teilstrecke im Jahre 1915 ist danach der Ausbau der ganzen Linie gefolgt. Die Stromerzeugung, die Hochspannungsleitungen und die elektrischen Lokomotiven haben sich unter den hier jenseits des nördlichen Polarkreises herrschenden eigenartigen Verhältnissen vollkommen bewährt, und der elektrische Betrieb hat sich dem Dampfbetrieb überlegen erwiesen.

Nach dem unscheinbaren Anfange im Jahr 1879 ist die elektrische Bahn innerhalb eines Menschenalters zu einem allen Bedingungen entsprechenden, allen Leistungen sich anpassenden, wirtschaftlichen Verkehrsmittel geworden.

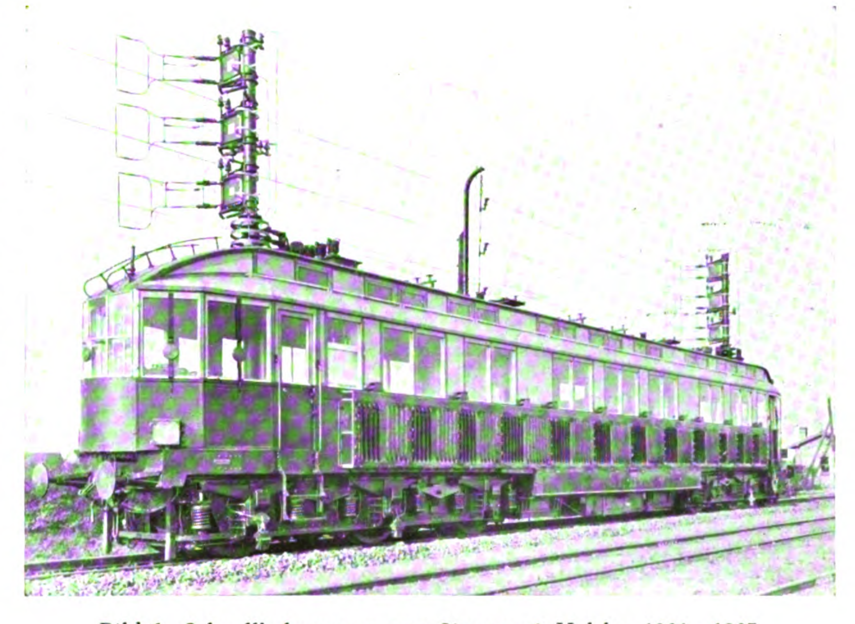


Bild 6. Schnellbahnwagen von Siemens & Halske, 1901—1903.

Digitized by Google

Siemens & Halske in der Entwicklung des Eisenbahnsicherungswesens

Von W. Becker, Regierungsbaumeister a. D.

Als die deutschen Eisenbahnen einer Verständigung über den Lauf der Züge und ihrer Vormeldung an die Strecke bedurften, gaben ihnen Siemenssche Erzeugnisse, wie Telegraph und Läutewerk, die Mittel hierzu. Das Läutewerk, 1852 eingeführt, erhielt 1856 durch die Erfindung des Induktors durch Werner Siemens eine geeignete billige Stromquelle.

Da sich die Buntscheckigkeit der Sicherungsanlagen auf den deutschen Eisenbahnen in den Kriegen zu unangenehm bemerkbar machte, wandten sich 1870 die größeren deutschen Eisenbahnverwaltungen an die bestehenden Signalbauanstalten um Vorschläge für ein zur einheitlichen Einführung geeignetes Sicherungsverfahren. Werner Siemens und Karl Frischen, sein Mitarbeiter auf diesem Gebiete, führten der Konferenz der technischen Abgeordneten deutscher Eisenbahnen am 1. Dezember 1870 ihren Blockzeiger, einen Gleichstromblock, vor (Bild 1). Schon im nächsten Jahre entstand der Wechselstromblock, der grundsätzlich bis heute in Deutschland beibehalten ist (Bild 2). Zur Erzielung einer bequemen Abhängigkeit der Signalhebel von den Blockfeldern legte Frischen schon 1871 die Signalbedienung, die bis dahin vom Blockzeiger getrennt war, in der Form von Konsolwinden[1]) unter den Blockapparat und erreichte diese Abhängigkeit durch Einführung der in den Signalhebel in gedrückter Lage eingreifenden Riegelstange.

Bild 1. Blockzeiger von 1870.

Weiter entstand im Jahre 1872 der „Weichen- und Signal-Bahnhofszentralapparat (System Frischen)", das erste mechanische Stellwerk (Bild 3), das schon doppelte Stahldrahtzüge und eine ausgedehnte Stationsblocksicherung hatte.

Im Jahre 1873 vervollständigte man das Stellwerk durch Einführung des Fahrstraßenhebels zur Festlegung der Weichenhebel und sämtlicher Fahrstraßen- und Signalhebel vor Stellung des Signales. Der Schieberkasten zur Herstellung von Abhängigkeiten im Stellwerk wurde 1880, die die ganze Konstruktion bedeutend erleichternde Handfalle an den Stellhebeln 1882 eingeführt. Alle diese Siemensschen Erfindungen sind noch bis heute im mechanischen Stellwerk beibehalten. Ebenfalls zog Siemens schon im Jahre 1880 durch den Einbau von Schienenkontakten (Bild 4) den Zug zur Mitwirkung bei seiner Sicherung heran. Auch die hiermit zusammenarbeitende elektrische Druckknopfsperre, jetzt Tastensperre[1]), und die isolierte Schienenstrecke, die z. B. die Auflösung einer

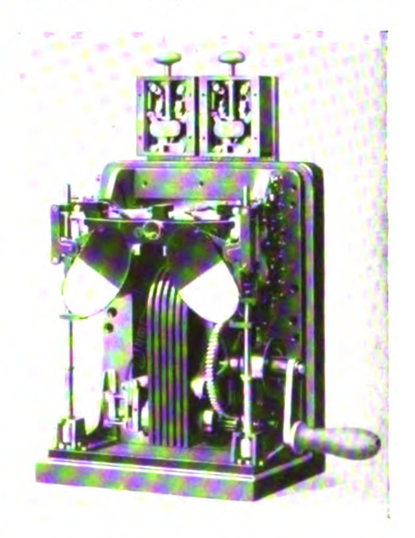


Bild 2. Wechselstromblock von 1871.

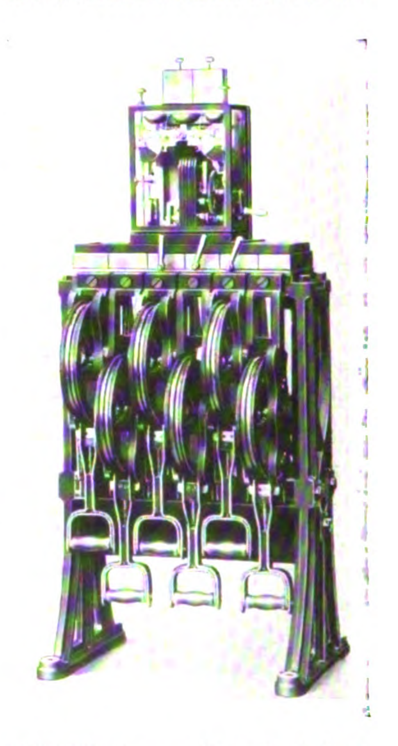


Bild 3. Weichen- und Signalbahnhofszentralapparat (System Frischen) 1872.

[1]) Siemens-Zeitschrift 1922, S. 538.

[1]) Siemens-Zeitschrift 1922, S. 542.

Digitized by Google

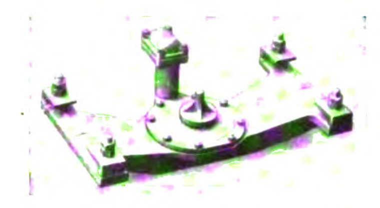


Bild 4. Schienenkontakt von 1880.

Fahrstraße mit Hilfe des durch den Schienenkontakt angeschalteten Stromes erst zuläßt, wenn die letzte Achse die Fahrstraße verlassen hat (Bild 5 u. 6), wurden bald hinzugefügt. Eine weitere für das Eisenbahnsicherungswesen wichtige elektrische Hilfseinrichtung, die Signalflügelkupplung (Bild 7), wurde 1893 von Siemens eingeführt.

Alle diese Einrichtungen sind noch heute unentbehrliche Hilfsmittel der Sicherung des Zugverkehrs und bis zum heutigen Tage andauernd vervollkommnet und verbessert worden[1]). Die erst vor kurzem vollendete neueste Konstruktion der Flügelkupplung ist in Seddin ausgestellt (Bild 8 S. 425) gewesen.

Der Wechselstromblock selbst wurde durch stetige konstruktive Durcharbeitung, Hinzufügen von Sperren, Sperrklinke, Verschlußwechsel usw. bis zu seiner heutigen Höhe vervollkommnet. Der erst nur zweifeldrige Streckenblock, der nur die Besetzung der vorausliegenden Blockstrecken erkennen ließ, wurde zum Vierfelderblock erweitert. Dieser läßt auch die Vormeldung nahender Züge erkennen und erzielt den Zwang regelrechter Blockbedienung. Für eingleisige



Bild 5. Isolierte Schiene am Berliner Westhafen.

Strecken wurde die Dreifelder- und später die jetzt übliche fünffeldrige Form der Streckenblockung (Form A und B) ausgearbeitet, die dem Zugverkehr auf ihr die größtmögliche Sicherheit geben.

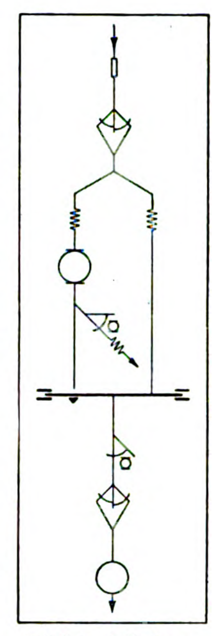


Bild 6. Schaltung einer isolierten Schienenstrecke.

Die Sicherungsverhältnisse städtischer Bahnen, wie der Berliner Stadtbahn, erforderten noch weiteren Ausbau der Streckenblockung mit sechs bzw. acht Feldern und weitgehender Sicherung gegen Signalgebung bei besetztem Gleis, der sogenannten Gleisbesetzung, und Motorinduktoren.

Auch den Vorteilen des selbsttätigen Streckenblockes hat sich die Firma Siemens bei Verhältnissen, wie denen auf den städtischen Schnellbahnen, nicht verschlossen und auch hier ein System entwickelt, das sie von amerikanischen und englischen Vorbildern frei macht. Das in der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin ausgestellte halbselbsttätige Stellwerk zeigt dieses (Bild 9 S. 425).

Neben der Streckenblockung erforderte die Ausbildung der Blockeinrichtungen für die Sicherung der Stationen eine vielseitige Arbeit. Gleichstrom- und Wechselstrom-Fahrstraßenfestlege- und -auflösungsfelder, Zustimmungs-, Freigabe- und Festlegefelder, Signalverschlußfelder sind die Elemente der Stationsblockung, die auch den verwickeltsten Verkehrsverhältnissen genügen (Bild 8).



Bild 7. Erste elektrische Flügelkupplung, 1893.

Das mechanische Siemenssche Stellwerk wurde neben dem Block als Fabrikationszweig gepflegt und weitergebildet, bis die Einführung des elektrischen Stellwerkes es in der Fabrikation der Firma in den Hintergrund treten ließ. Seine kurze, leichte und gefällige Bauart (Bild 9), die es gerade seinem Entstehen in den Werkstätten einer Elektrizitäts-

[1]) Siemens-Zeitschrift 1922, S. 542 und 544.

Digitized by Google

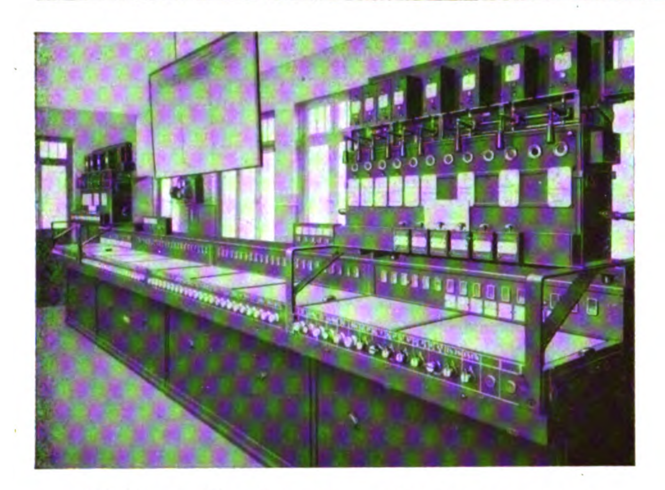


Bild 8. Stellwerk in Westend mit Stationsblock.

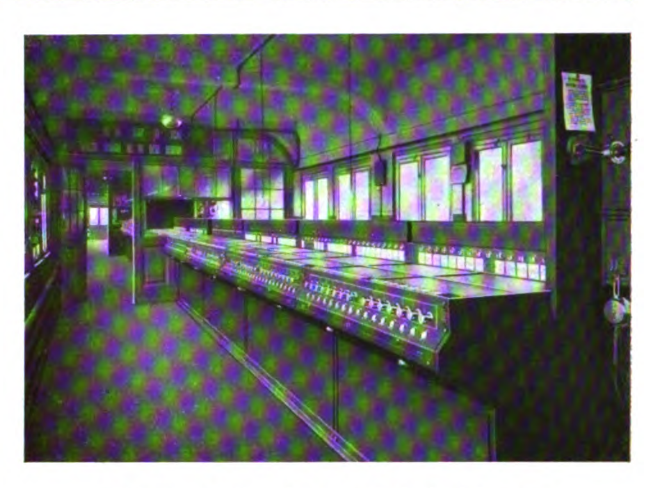


Bild 11. Stellwerk Hauptbahnhof Leipzig.

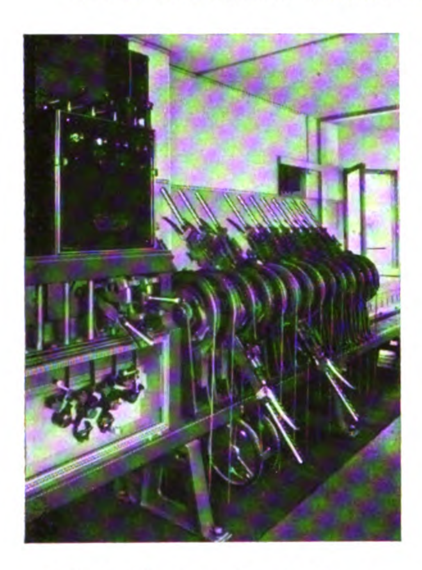


Bild 9. Mechanisches Stellwerk, Siemensscher Bauart.



Bild 10. Schalterwerk Westend 1895/96.

firma zu verdanken hatte, findet aber noch heute, wo in Deutschland nur das Einheitstellwerk als mechanisches Stellwerk herrscht, Verwendung und namentlich im Ausland Anerkennung.

Das elektrische Siemens-Stellwerk hat sich seit seiner 1895/96 mit dem Bau des Stellwerkes „Wmt" in Westend (Bild 10) erfolgten Erstausführung in Deutschland und im Auslande durchgesetzt (Bild 11 und 12). Der Grundgedanke, den sein Schöpfer, der jetzige Leiter des Blockwerkes, Herr Direktor Regierungsbaumeister a. D. Dr.-Ing. e. h. Pfeil, in das Stellwerk hineingelegt hat, ist bis heute trotz aller konstruktiven Verbesserungen und Änderungen und äußerer Widerstände doch beibehalten[1]) und immer weiter ausgebaut. (Das etwa gleichaltrige in Untertürkheim ist noch teilweise im Betrieb.) Als glänzendstes Zeugnis für diese Erstausführung eines elektrischen Stellwerkes in Deutschland allein kann der Umstand gelten, daß es erst im Frühjahr 1923 nicht wegen seines Alters, sondern nur wegen der ganz veränderten Betriebsverhältnisse ersetzt werden mußte. In der Geschichte deutscher Technik wird es stets einen Ehrenplatz einnehmen, zumal es im Verkehrs- und Baumuseum in Berlin von der großen Tat

[1]) Der Vortrag, den Herr Dr.-Ing. e. h. Pfeil 1899 im Elektrotechnischen Verein in München über elektrische Weichen- und Signalstellung hielt, hat in seinen Grundideen heute noch volle Gültigkeit.

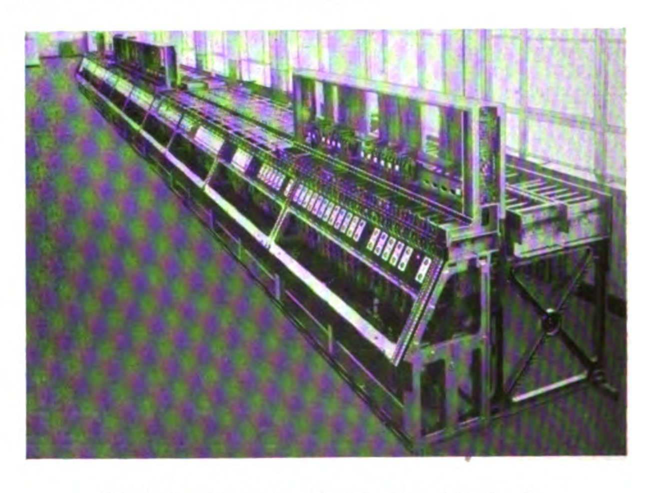


Bild 12. Schalterwerk für Brüssel-Nord.

Digitized by Google

der Einführung elektrischer Signal- und Weichenstellung an einem Brennpunkte des Berliner Stadtbahnverkehrs zeugt. Auf die weitere Entwicklung des Siemensschen elektrischen Stellwerkes noch einzugehen, fällt aus dem Rahmen dieser Zeilen. Wie es sich entwickelt hat, welche Verbreitung es gefunden hat, ist ja genügend bekannt.

Gestaltung elektrischer Lokomotiven[1]

Von Geh. Rat Prof. Dr.-Ing. W. Reichel.

Einleitung.

Über Gestaltung elektrischer Lokomotiven für Vollbahnen ist in dem vergangenen Jahrzehnt und besonders in neuerer Zeit sehr viel Beachtenswertes gesagt worden. Da es nicht Aufgabe der vorliegenden Darstellung für die deutsche Eisenbahntagung sein kann, unnötige Wiederholungen eintreten zu lassen, so darf ich wohl auf die untenstehend[2]) angegebenen Veröffentlichungen verweisen.

Wie bekannt, werden alle drei Stromarten: Drehstrom, Einphasenstrom und Gleichstrom der elektrischen Zugförderung nutzbar gemacht.

Nach den bisherigen Erfahrungen hat jede Stromart unter gewissen Voraussetzungen ihre Berechtigung. Es läßt sich gegenwärtig auch nicht übersehen, ob die Entwicklung der elektrischen Zugförderung überhaupt zu einem entscheidenden Vorteil einer der Stromarten gegenüber der andern führen wird. Wir haben aber selbstverständlich sowohl rechnungsmäßig als auch gefühlsmäßig gewisse Neigungen. Wir Deutschen bevorzugen für die Fernbahnen das System des einfachen Wechselstroms, für welchen wir Konstruktionen höchster Vollkommenheit geschaffen haben. Letzteres gilt auch für hochgespannten Gleichstrom. Wenn wir bisher wenig Gelegenheit hatten, Drehstromlokomotiven zu bauen, so erweisen die erfolgreichen Schnellbahnversuche, bei denen Geschwindigkeiten von über 200 km/h erreicht wurden, daß wir diese Stromart ebenfalls zu beherrschen verstehen. Es sei in diesem Zusammenhange erwähnt, daß in Amerika mehr Ferneisenbahnen mit Wechselstrom als mit Gleichstrom ausgerüstet sind. Nach einer Statistik von Mr. F. H. Shepard[1]), sind der Zahl der Lokomotiven nach heute insgesamt vollendet oder in Ausführung begriffen: elektrische Bahnen mit

Gleichstrom-Niederspannung: 6,20 v. H.,
Gleichstrom-Hochspannung: 31,0 v. H., hieran ist Frankreich mit 48 v. H., die Vereinigten Staaten mit 18,7 v. H.,
Einphasenstrom: 49,6 v. H., hieran sind die Vereinigten Staaten mit 21,6 v. H. beteiligt,
Drehstrom: 22,2 v. H.

Ich werde im nachfolgenden zunächst eine gedrängte Übersicht der wichtigsten bekanntgewordenen Lokomotivbauformen bringen, ohne jedoch durch Weglassung mancher Ausführungen diesen damit ein Urteil sprechen zu wollen. Sodann werde ich im zweiten Abschnitt neue Entwürfe von Lokomotiven größerer Leistungsfähigkeit in Richtung der Wahl vereinheitlichter Bauformen besprechen.

I. Kennzeichnung der verschiedenen Lokomotivbauformen.

Es ist schwer, Vergleiche auf einheitlicher Grundlage anzustellen, da bei der Angabe der

[1]) Auszug aus einem Vortrag, gehalten am 25. 9. 1924 in der Krolloper aus Anlaß der Eisenbahntechnischen Tagung.

[2]) Usbeck: Die elektrische Zugförderung auf den Schlesischen Gebirgsbahnen, ETZ 1921, S. 1357. Wechmann: Mitteilungen aus dem elektr. Fernzugbetrieb der Deutschen Reichsbahnen, ETZ 1922, Heft 24, 25 und 27. Kleinow: Antrieb für elektr. Lokomotiven mittels Kuppelstangen. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1923, Heft 4. Kleinow: Die elektr. Lokomotiven insonderheit der Deutschen Reichsbahnen, ETZ 1924, Heft 22 und 23. Rhätische Bahnen, Schweizer Bauzeitung 1922, S. 180 u. f. Lötschbergbahn, Schweizer Bauzeitung 1914, S. 19 u. f. Arlbergbahn, Elektrotechnik und Maschinenbau 1921, Heft 16. Die elektr. Lokomotiven der S. B. B., Schweizerische Bauzeitung 1924, Heft 2, Bd 84. Elektrische Lokomotiven, Electric Railway Journal 1924, Nr. 23. Splittphase 1 C—C 1-Lokomotive der Pennsylvania Ry, Electric Railway Journal vom 9. 6. 17. 1 BB 1-Lokomotive der Pennsylvania Ry, Electric Railway Journal vom 26. 1. und 7. 7. 24. Le traction électrique à grande vitesse, La Technique Moderne Bd. XV, Nr. 23 und Bd. XVI Nr. 9. M. W. Storer, Recent Development in Electric Locomotives, Railroad Division Spring Meeting Cleveland May 1924. F. H. Shepard, Development of the Electric Locomotive, Chicago May 1924, American Railway Association.

[1]) Shepard, Electric Railway Journal vom 14. Juni 1924.

Digitized by Google

Dauerleistung jeweils von verschiedenen Voraussetzungen ausgegangen wird. Und doch ist heute eines der wichtigsten Kennzeichen zur richtigen Beurteilung der Lokomotiven ihre Dauerleistung unter Angabe der betriebsmäßig erreichten Erwärmungen in Motoren und Transformatoren. Es sei vorweg bemerkt, daß die Dauerleistung in kW etwa 50 bis 60 v. H. der Stundenleistung in PS beträgt.

Nachfolgende Aufstellung der Erwärmungen läßt erkennen, daß die Deutsche Reichsbahn die Erwärmungsgrenze enger zieht, als nach VDE- und nach amerikanischen Vorschriften[1]). Die

Zahlentafel 1.

Vergleich der zulässigen Erwärmungen nach Vorschriften des VDE, der Reichsbahn und nach amerikanischen Vorschriften.

Maschinenteil	Deutschland				Amerika	
	VDE Entwurf unt. Mitwirkung d. Reichsbahn		Reichsbahn nach den letzten Verträgen		§ 5203 der Standards of the A. I. E. E. 1922	
	Therm.	Widerstand	Therm.	Widerstand	Therm.	Widerstand
Ankerwicklung (Glimmer bzw. Asbestpräparate)	90°	100°	80°	80°	80°	105°
Ständerwicklung (Baumwollisolierung getränkt)	70°	80°	60°	60°	65°	85°
Kollektor	80°	—	75°	—	—	—

Deutsche Reichsbahn hat sich außerdem darauf eingestellt, die Dauerleistung andersartig zu betrachten (Bild 1), als das vielleicht in anderen Ländern geschieht. Sie fordert die Dauerleistung in den Grenzen von 60 bis 100 v. H. der Höchstgeschwindigkeit bei Einhaltung der Temperaturgrenze von 80° für Ankerwicklungen aus Glimmerpräparaten (Thermometer- oder Widerstandsmessung) und 75° für Kollektoren. Veranlassung hierzu gaben die Leistungsvergleiche mit Dampflokomotiven, bei denen beispielsweise bei der Personenzuglokomotive Gattung P 10 die Dauerleistung bei einer Geschwindigkeit von 89 km 2000 PS indiziert betragen hat[2]). Nach obiger Anmerkung würde diese Lokomotive eine Dauerleistung von rd. 1200 kW haben.

[1]) Vgl. Kleinow, ETZ, 29. 5. 1924.

[2]) Organ der Fortschritte des Eisenbahnwesens, 1922, Heft 9 und 10.

Mit vorstehender Festsetzung der Leistung tun wir der Bemessung der elektrischen Ausrüstung einen gewissen Zwang an und legen vielleicht zu viel Reserve hinein, was darauf zurückzuführen ist, daß wir jetzt immer noch mit Dampffahrplänen zu rechnen haben. Würde man längere durchgehende Strecken nach elektrischen Fahrplänen betreiben können, so würden nur elektrotechnische Gesichtspunkte maßgebend sein können, und man könnte die Elektromotoren erheblich höher ausnutzen.

Bei rein elektrischem Betrieb auf größeren Strecken sollte man stets von dem Grundsatz ausgehen, daß man immer möglichst auf der letzten Stufe fährt und so die elektrische Ausrüstung in dem gedachten Umfange voll ausnutzt. Das ist jetzt meistens nicht der Fall, sondern vielfach bleiben mit Rücksicht auf den auf Dampflokomotiven zugeschnittenen Fahrplan die letzten Schaltstufen unbenutzt. Insbesondere wird auf Steigungen oft zu langsam und damit unnötig lange unter hohem Strom, also unvorteilhaft, gefahren. Wieviel bei sachgemäßer Ausnutzung der elektrischen Ausrüstung gegenüber dem Dampffahrplan zu gewinnen ist, beweisen u. a. einige Zahlen von der elektrisch betriebenen Riksgränsbahn (Schweden). Für eine 10 km lange Steigung von 9 v. T. benötigten hier die fünffach gekuppelten E-Heißdampflokomotiven von 18000 kg Anfahrzugkraft bei einer Anhängelast von 1300 t 40 Minuten Fahrzeit. Die neuen, nachher zu erwähnenden elektrischen 1 C + C 1-Lokomotiven benötigen bei nicht zu schweren Witterungsverhältnissen mit 1900 t Anhängelast nur 17 Minuten. Hierbei wird noch nicht immer auf der letzten Schaltstufe gefahren. Ähnliche Beispiele lassen sich von anderen Strecken mit längeren Steigungen anführen.

In engstem Zusammenhange mit der Kennzeichnung elektrischer Lokomotiven nach ihrer Dauerleistung steht die beabsichtigte Ausnutzung des Motormaterials. Denn auf die Gestaltung der Lokomotive übt die Konstruktion und die Lage des Motors den größten Einfluß aus. Wenn auch Umspanner und Schalteinrichtungen mitbestimmend sind, so lassen sich doch die letzteren leichter in der Lokomotive anordnen. Es liegt im Interesse der wirtschaftlichen Ausführung der Lokomotive, mit der Ausnutzung des Motorvolumens so hoch wie möglich zu

Digitized by Google

gehen und die Umfangsgeschwindigkeit am Anker so groß wie möglich anzusetzen.

Es ist anzustreben, mit der Ankerumfangsgeschwindigkeit bis an 60 m/s heranzukommen, wobei die Kollektorgeschwindigkeit also äußerst bis etwa 43 m/s für kleinere Kollektoren (700 bis 800 mm Durchmesser) und bis 46 m/s für größere (1500 mm Durchmesser) betragen darf. Bei gelüfteten Motoren wird dann von jedem Zentimeter Ankerlänge bei Dauerleistung (80°) und Höchstdrehzahl am Ankerumfang mit Sicherheit eine nutzbare Zugkraft ausgeübt von etwa 22 kg, so daß z. B. ein Motor bei 35 cm Eisenlänge, 100 cm Ankerdurchmesser und 1000 Umdr/min, eine nutzbare Dauerleistung von 400 kW an der Motorwelle abgeben kann.

Die bisher ausgeführten Lokomotivbauformen kann man in zwei Gruppen einteilen, und zwar 1. in Lokomotivbauformen mit reinem Kurbelgetriebe oder mit Kurbelgetriebe unter Zwischenschaltung eines Zahnradgetriebes und 2. in solche mit Einzelachsantrieb.

Für die im Teil II besprochenen Entwürfe von Bauformen wird es u. a. darauf ankommen, die Übersetzung so zu wählen, daß das Motordrehmoment möglichst klein wird. Es besteht hierfür eine sogenannte Kennziffer des Drehmomentes, die durch das Produkt: Triebraddurchmesser mal Übersetzungsverhältnis bestimmt ist, wonach die Zugkraft P am Triebrad stets einen Höchstwert erreicht, wenn dieses Produkt einen Mindestwert darstellt.

A. Lokomotive mit Parallelkurbelgetriebe und Kuppelgestänge.

a) Direkter Stangenantrieb ohne Zwischenübersetzung (Bild 2).

Nach Beseitigung der anfänglichen Schwierigkeiten in Gestalt von Schüttelerscheinungen infolge von Ungenauigkeiten in Herstellung und Montage, damit zusammenhängend vorzeitige Lagerabnutzung u. dgl., haben die Lokomotiven mit reinem Stangenantrieb im Betriebe die an sie gestellten Erwartungen im großen ganzen erfüllt und haben sich in Einzelausführungen bewährt.

Eines der besten Beispiele sind die Güterzuglokomotiven Bauform 1 C + C 1 für die Riksgränsbahn in Schweden, gebaut von den SSW.

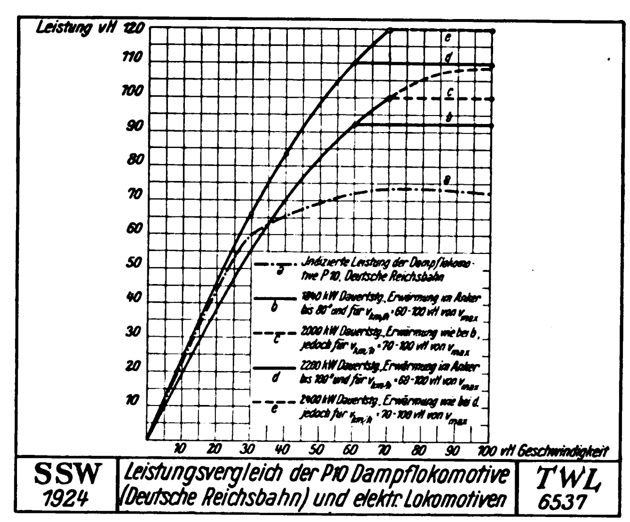


Bild 1.

Jede Halblokomotive ist ausgerüstet mit je einem hoch gelagerten Motor von 1200 PS Stundenleistung. Die maximale Fahrgeschwindigkeit ist 60 km/h. Sie haben durch ihr gutes Verhalten im Betriebe wesentlich zur Ausdehnung der elektrischen Zugförderung in Schweden beigetragen. Die Umfanggeschwindigkeit am Anker berechnet sich bei diesen Lokomotiven zu 35 m/s. Sie ist im allgemeinen bei älteren Entwürfen derartiger Lokomotiven niedrig, und infolgedessen sind die Leistungen der Motoren für die Fahrgeschwindigkeiten unter 60 km/h klein. Erst bei Fahrgeschwindigkeiten, die bei 90 km/h und darüber liegen, wird die Ankerumfanggeschwindigkeit

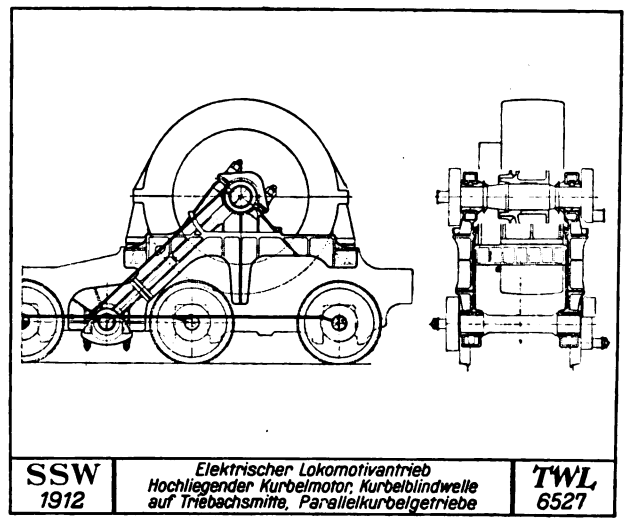


Bild 2.

günstig. Von diesem Gesichtspunkte aus könnte der direkte Stangenantrieb mit Kurbelmotor ausschließlich für Schnellzugmaschinen vielleicht

Digitized by Google

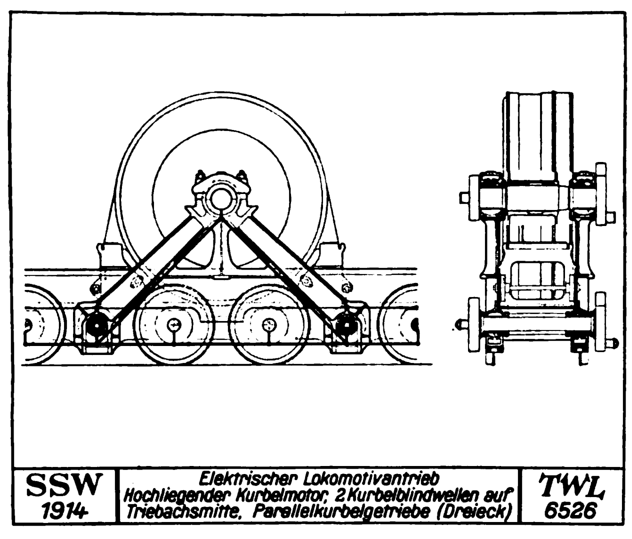


Bild 3.

auch in Zukunft noch in Frage kommen. Soll ein einzelner Motor die ganze, heutigentags zu fördernde Lokomotivleistung hergeben, so wird er groß und schwer (20 bis 25 t). Er läßt sich entsprechend schwer handhaben. Beim Schadhaftwerden des Motors ist keine Reserve mehr benutzbar. Die Übertragung der Drehmomente in wenigen Organen bedingt Konstruktionsteile, die sehr stark und schwer werden. Deshalb ist es notwendig, bei besonders großen Leistungen für je einen Motor zwei Blindwellen und zwei Triebstangen anzuordnen (Bild 3).

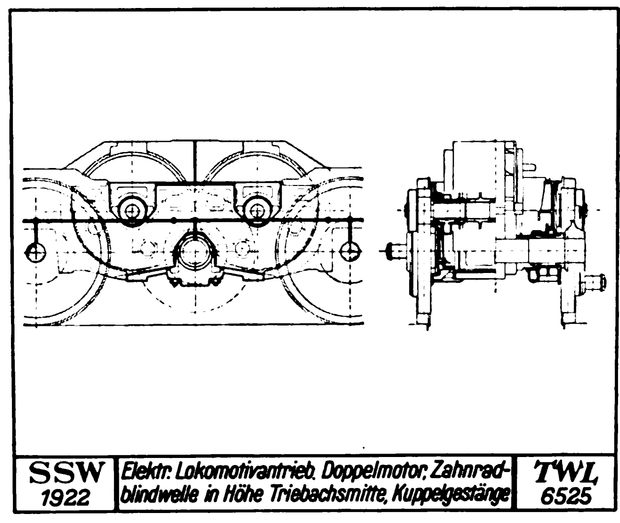


Bild 4.

Ein Beispiel einer solchen Bauform für hohe Fahrgeschwindigkeit bietet die 2 D 1-Lokomotive für die Schlesische Gebirgsbahn, wie sie von den Bergmann-Werken in Gemeinschaft mit Linke-Hofmann und von den Maffei-Schwartzkopff-Werken gebaut worden sind. Der Motor hat 3000 PS-Stundenleistung bzw. etwa 1400 kW Dauerleistung und eine Ankerumfangsgeschwindigkeit von 56 m/s, also günstig für die Ausnutzung des Motorvolumens. Man kann sich bei Betrachtung der Ausführung dem Eindruck nicht verschließen, als wäre hier zu hart an die Grenze gegangen und der Durchmesser der Triebräder mit 1250 mm etwas zu niedrig angenommen (Lagerabnutzung).

b) Parallelkurbelgetriebe mit Zahnradübersetzung

zwischen Motorachse und Blindwelle, wobei jede Blindwelle von einem oder zwei Motoren angetrieben werden kann (Doppelmotor, Bild 4). Der Antrieb ist gleichmäßig brauchbar sowohl für Güterzuglokomotiven, als auch für Personen- und Schnellzuglokomotiven. Blindwellenmitte und Treibachsmitte können in gleicher Höhe liegen. (Hierfür gewählte Abkürzung: „Antrieb, Achsen gleichhoch".) Für Personenzüge wird man in der Wahl der Übersetzung zwischen Motorwelle und Blindwelle freier sein, für Güterzüge wird man dagegen die größtmögliche Übersetzung zu erzielen suchen. Diese ist abhängig von dem Abstande des tiefsten Punktes des Zahnradschutzkastens über Schienenoberkante. Legt man nun die Blindwellen-Zahnräder unmittelbar hinter die Radreifen, so sind nur 100 mm Abstand von S. O. zu wahren. Legt man sie aber nach außen ins Profil hinein, so erhöht sich dieser Abstand auf 150 mm. Für sehr große Zugkräfte werden deshalb die Zahnräder zweckmäßig unmittelbar hinter die Radreifen gelegt.

Der Antrieb eignet sich für nahezu jede Lokomotivbauform. Bei der symmetrischen Anordnung 1 C + C 1 kann der Doppelmotor eingebaut werden:

1. zwischen Achse 2 und 3,
2. zwischen Achse 1 und 2,
3. vor der ersten Achse.

Ein Beispiel für die Ausführung 1 sind die Lokomotiven der Bauform 1 C + C 1 für die Riksgränsbahn in Schweden mit 1,530 m Raddurchmesser (Bild 5). Legt man die schweren, verhältnismäßig tief liegenden Massen der Motoren möglichst nach der Mitte der Lokomotive zu,


Digitized by Google

jeweils zwischen das zweite und dritte Triebrad, so ist der ruhigste Gang der Lokomotive gewährleistet. Die Transformatoren liegen hoch und können weich gedämpft ausschwingen. Diese Anordnung begünstigt also ein sanftes Einfahren in Weichen und Krümmungen und schont die Gleise. Zu dem ruhigen Gang bei größerer Geschwindigkeit als 60 km/h trägt der große feste Radstand von 4,9 m zwischen der ersten und dritten Triebachse bei. Die Ankerumfangsgeschwindigkeit ist hier = 55 m/s. Von diesen Lokomotiven sind 11 Stück nach dem Entwurf der SSW von den Wassegfirmen (SSW und AEG) nach gemeinsamen Zeichnungen ausgeführt worden.

Die Bauform der Lokomotive ist insofern vorteilhaft, als bei Schadhaftwerden einer Lokomotivhälfte diese auf der Strecke elektrisch ohne weiteres abgekuppelt und mit der anderen Hälfte die Strecke freigemacht werden kann. Aus zwei schadhaften Lokomotiven kann man überdies leicht eine betriebsfähige Lokomotive herrichten und die zwei schadhaften Hälften in der Zwischenzeit instandsetzen. Diesen Betriebsvorteil gibt man auf, wenn man die Lokomotive als 1CC1 mit nur einem großen Transformator und durchgehendem Rahmen baut.

Die Lokomotiven haben sich im Betrieb bestens bewährt. Sie sind entsprechend den geringeren Ansprüchen der übrigen schwedischen Linien aufgelöst in 1C1-Lokomotiven als Regelbauart der schwedischen Staatsbahn, z. B. der Ausschreibung für Stockholm—Göteborg zugrunde gelegt worden.

Lokomotiven gleicher Bauform und gleicher Abmessungen sind augenblicklich nach dem Entwurfe der Wassegfirmen auch für die Ofotenbahn in Norwegen (Strecke Riksgränsen—Narvik) im Bau. Bemerkenswert ist, daß diese Einphasenlokomotiven zur Schonung der Radkränze und der Bremsklötze mit Nutzbremsung für das Befahren der großen Gefälle versehen sind. Die Lokomotive und ein Drittel des gesamten Zuggewichtes von 1850 t werden hierbei abgebremst.

Auch Westinghouse hat Motorgestelle ähnlicher Anordnung der Triebachsen von Lokomotiven, jedoch nach Form 3, also mit vorn lagerndem Doppelmotor gebaut. Von besonderem Interesse ist eine Westinghouse-Lokomotive von 3040 PS Dauerleistung, also etwa 1800 kW Dauerleistung (nach Reichsbahnvorschriften) der Bauform 1B—B1, bei welcher die vier

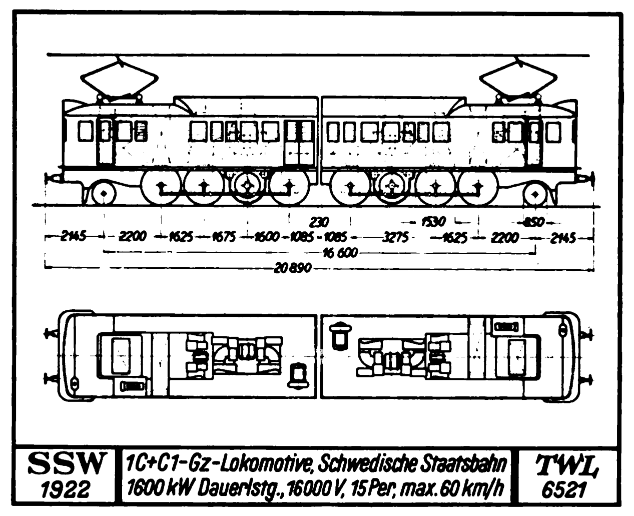


Bild 5.

Triebachsen je 33 t Achslast haben (Bild 6). Auch diese Lokomotive muß sich durch einen ruhigen Lauf auszeichnen, da der feste Radstand ziemlich groß ist. Allerdings liegen die schweren Massen der Motoren weit vorn, und infolgedessen wird vielleicht das Einlaufen in Weichen und Krümmungen nicht ganz so gut sein, wie bei der Lagerung der Motoren mehr nach der Mitte zu.

Bemerkenswert ist, daß diese Lokomotive lediglich durch Einbau verschiedener Zahnradübersetzungen verwendet werden kann für Güterzüge mit 56 km/h Höchstgeschwindigkeit und für

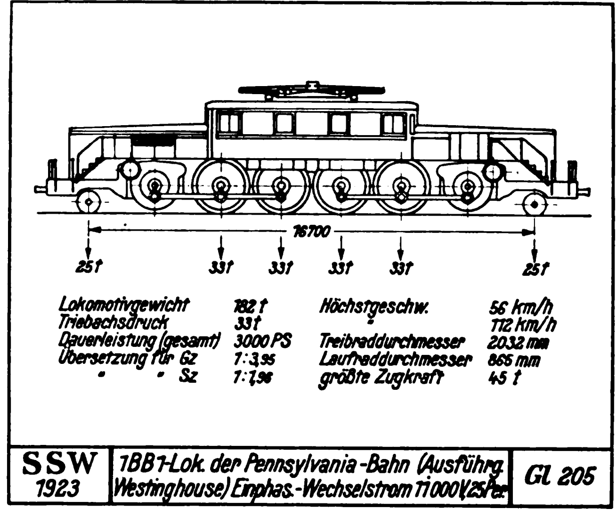


Bild 6.

Schnellzüge mit 112 km/h Geschwindigkeit und durch Verwendung verschiedenartiger Schaltsysteme, aber mit den gleichen Motoren, sowohl

Digitized by Google

für 600 V Gleichstrom als auch für 11000 V Wechselstrom benutzt werden kann.

Erwähnenswert ist ferner noch die Phasenspalterlokomotive Bauform 1 C—C 1, ebenfalls für die Pennsylvaniabahn von Westinghouse gebaut, mit genau gleichem Antrieb. Diese Lokomotive hat 4800 PS/h (nach unseren Begriffen etwa 2200 kW Dauerleistung) und eine höchste Anfahrzugkraft von 59 t (Abb. 7).

Man kann auf Grund der beiden amerikanischen Beispiele zu der Folgerung veranlaßt werden, daß Westinghouse für sehr große Leistungen dem robusteren Kuppelgestänge in Verbindung mit Zahnradblindwelle den Vorzug gegenüber dem Einzelachsantrieb (quill drive) gibt.

Im Zusammenhang mit diesen beiden Antrieben durch außenliegende Doppelmotoren möchte ich auch gleich noch auf die Antriebe der Zoelly-Turbinenlokomotive und der neuesten Krupp-Turbinenlokomotive verweisen. Sie haben fast genau denselben Antrieb wie die elektrischen Lokomotiven. Der vornliegende Turbinenmotor arbeitet nämlich auf eine in Triebachsmitte gelagerte Zahnradblindwelle — eine sehr bemerkenswerte und interessante Tatsache.

In beschränktem Umfange (bis höchstens 30 mm) ist Überhöhung der Zahnradblindwelle über Triebachsmitte bei im übrigen unverändertem Antrieb möglich. Man erreicht damit eine zwar

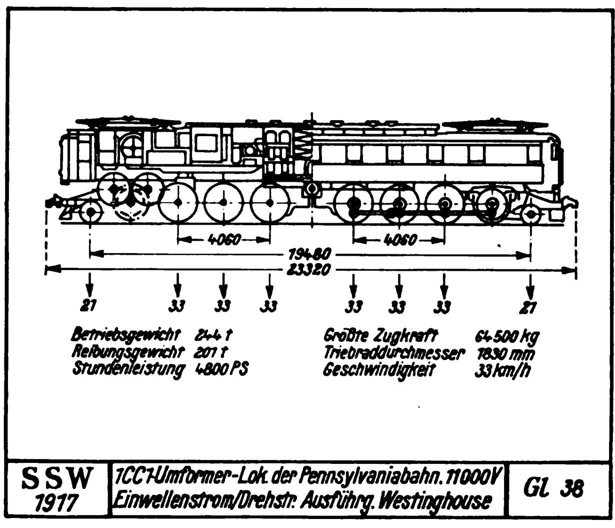


Bild 7.

geringe Verminderung des Triebraddurchmessers, die aber ausreichend sein kann für Erzielung einer günstigen Zahnradübersetzung. Beispiele hierfür bietet die 1 C C 1-Schnellzuglokomotive der Arlbergbahn, Ausführung Oe. B. B. C.[1]), und die 1 B B 1-Schnellzuglokomotive der Gotthardbahn, Ausführung B B C.

c) Parallelkurbelgetriebe mit Schrägstange.

Soll eine größere Überhöhung der Zahnradblindwelle erreicht werden, so wird Zwischenschaltung einer schrägen Treibstange, kurz Schrägstange genannt, erforderlich. Hiermit sind Überhöhungen bis zu 265 mm ausgeführt worden. Sie ergeben zwar kleinste Durchmesser der Triebräder, aber man tauscht auf der andern Seite den Nachteil ein[2]), daß störende Bewegungen in das Triebwerk, das kinematisch nicht einwandfrei ist, hineinkommen und Schüttelschwingungen entstehen können. Denn die Schrägstange wird jeweils bei den Bewegungen des abgefederten Teiles der Lokomotive gegenüber den Achsen gezerrt oder gestaucht. Lokomotiven dieser Bauart sind in größerem Umfange in der Schweiz für geringe Geschwindigkeiten (bis 45 km), z. B. bei der Rhätischen Bahn, zur Verwendung gekommen, wo sie sich bei sorgfältiger Unterhaltung bewährt haben. Eine größere Lokomotive ist für die Lötschbergbahn gebaut worden, und auch diese hat brauchbare Betriebsergebnisse gezeigt.

Auf Grund dieser Beispiele hat sich die Deutsche Reichsbahn entschlossen, 34 elektrische Gebirgs-Güterzuglokomotiven, Bauform C—C, und 37 elektrische Flachland-Güterzuglokomotiven der Bauform 1 B—B 1 mit dem Schrägstangenantrieb ausrüsten zu lassen. Die Dauerleistung der ersteren beträgt je 1440 kW (Bild 8) und die der letzteren 1160 kW.

Die Überhöhung der Zahnradblindwellen beträgt hier 250 mm. Die Höchstgeschwindigkeit für die C—C-Lokomotive ist 55 km/h und für die 1 B—B 1-Lokomotive 65 km/h, was für das Getriebe als obere Grenze bezeichnet werden muß.

Einen anderen Weg zur Erreichung einer möglichst großen Überhöhung zeigt der Antrieb mittels des sogenannten Kando-Dreieckrahmens. Er hat besondere Verbreitung in der Schweiz und in Italien gefunden. So sind u. a. die 1 E 1-Lokomotiven der Lötschbergbahn und die 1 C 2-

[1]) Elektrotechnik und Maschinenbau, 1923, Heft 25.

[2]) Kleinow: Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens, 1923, Heft 4.

Digitized by Google

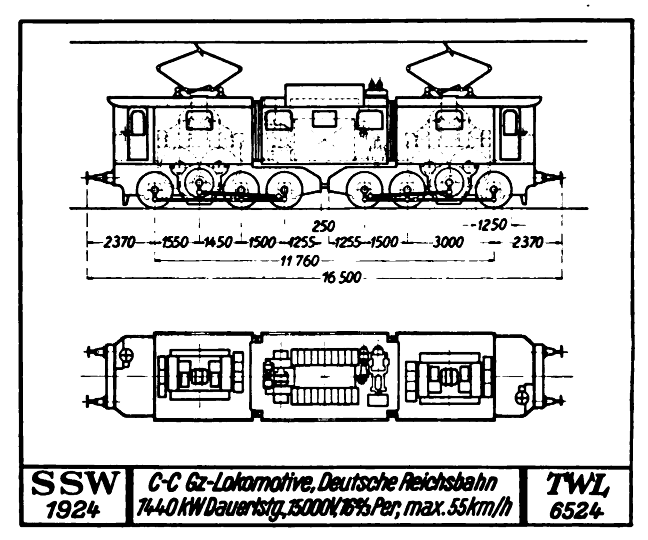


Bild 8.

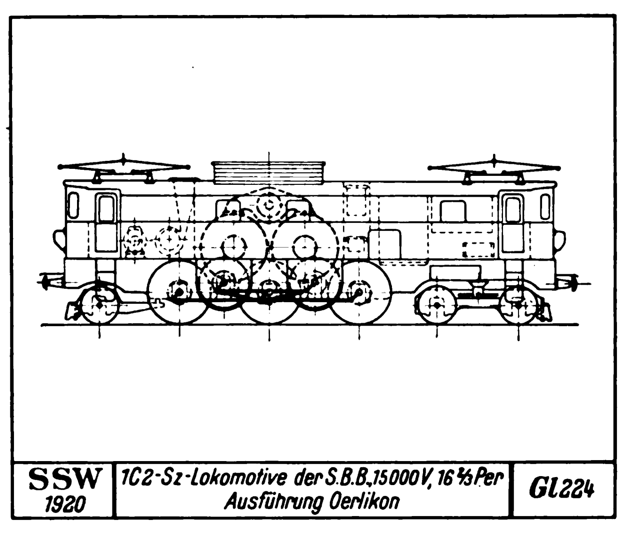


Bild 9.

Lokomotiven der S. B. B. mit ihm versehen[1]) (Bild 9). Der Kando-Dreieckrahmen ist naturgemäß ein schweres Getriebeorgan. Er ist aber kinematisch einwandfrei. Die mit ihm bei italienischen Drehstromlokomotiven (z. B. Rom-Tivoli) eingehaltenen Überhöhungen betragen bis rund 400 mm. Hohe Schwerpunktslage und gute Zugänglichkeit der Motoren werden dadurch erreicht. Bezüglich der Lage der meist als Einzelmotoren ausführbaren Triebmotoren zu den Kuppelachsen ist man, wie bei jedem Dreieckantrieb, gebunden, und man muß mit diesem beim Kandodreieck die verhältnismäßig kleinen Nachteile, die sich erfahrungsgemäß aus dem Schlitzlager ergeben, in Kauf nehmen.

Alle vorbezeichneten Antriebe führen zu einer mehr oder minder tiefen Lage der Motoren und damit einer entsprechend tiefen Schwerpunktslage des Fahrzeuges. Das Bestreben, den Schwerpunkt möglichst hoch zu rücken, führt zu oben auf dem Rahmen angeordneten Motoren und zu einem Schrägstangenantrieb, bei welchem eine Blindwelle zwischengeschaltet werden muß. Es entsteht dann die Anordnung

d) Hochliegende Zwillingsmotoren mit einer Zahnradblindwelle und einer Kurbelblindwelle (Bild 10).

Ein Beispiel hierfür ist die Lokomotive der Bauform 2 B B 2 für die bayrischen Linien der Deutschen Reichsbahn (Bild 11), von denen 35 Stück elektrisch durch die Wassegfirmen ausgeführt werden.

[1]) Schweizer. Bauzeitung, Bd. LXXVIII, S. 137.

Die Lokomotive hat eine Dauerleistung von 1440 kW. Der Rahmen ist durchgehend. Er trägt in der Mitte den gemeinsamen Umspanner mit aufgebautem Schaltwerk und nach den Enden hin die beiden Doppelmotoren nebst den Zahnradblindwellen. Von diesen arbeiten Treibstangen auf die in Treibachsmitte im Rahmen gelagerten Kurbelblindwellen. Die Schwerpunktlage ist also günstig und die Lokomotive muß gute Lauffähigkeit haben. Der Antrieb ist aber verwickelt und kostspielig.

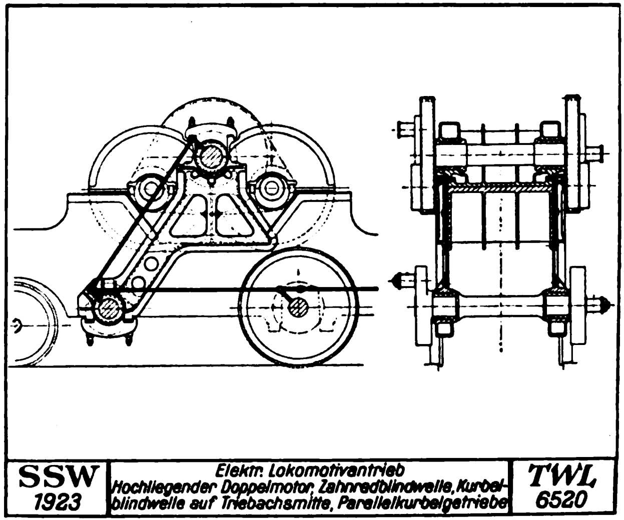


Bild 10.

B. Lokomotiven mit Einzelantrieb.

a) Gewöhnliche Tatzlageraufhängung.

Unter den Lokomotiven mit Einzelantrieb ist die Bauform mit Motoren in gewöhnlicher Straßen-

Digitized by Google

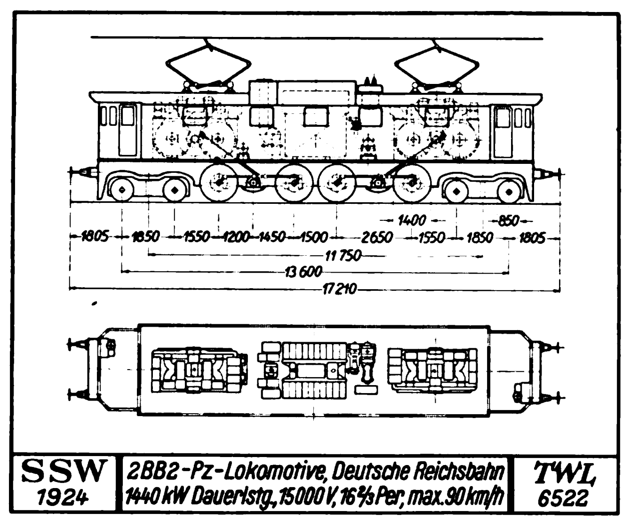


Bild 11.

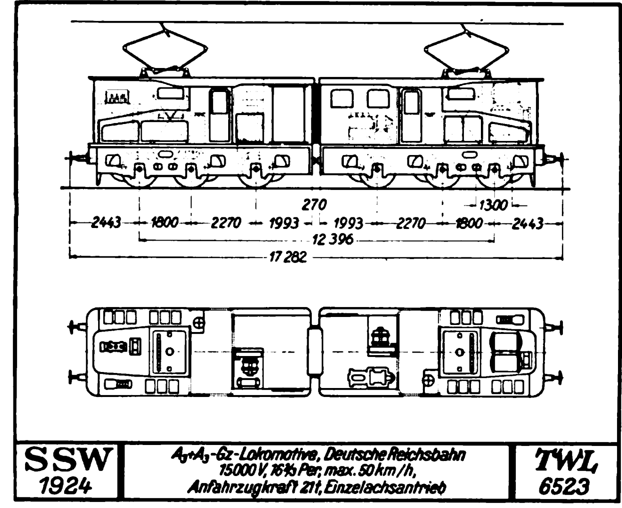


Bild 12.

bahnaufhängung (Tatzlageraufhängung) die nächstliegende. Unter der Voraussetzung, daß das große auf der Triebachse befindliche Zahnrad mit einer besonderen Federung zwischen Kranz und Nabe versehen ist, also die Winkelbeschleunigung der Ankermasse gefedert aufgenommen wird, wird für die heute bei der Reichsbahn geltenden Achsdrücke die unabgefederte Last, bestehend aus Gewicht der Triebachse mit Lagern, großem Zahnrad und dem Anteil des auf den Tatzen ruhenden Motorgewichts sicherlich im ganzen 5 t betragen können. Bei Dampfantrieb kommen wir heute schon auf statische tote (ungefederte) Achslasten von etwa 5 t, wie z. B. bei der neuen P 10 Dampflokomotive. Die Leistungsgrenze für Tatzlagermotoren wird bei etwa 350 kW für Achsdrücke von 16 t liegen, auch wenn Geschwindigkeiten bis 100 km/h erreicht werden sollen. Federung der Zahnräder ist jedoch Voraussetzung. Ein gutes Beispiel für eine Ausführung mit Tatzlageraufhängung bietet die seit einiger Zeit in Betrieb befindliche Güterzuglokomotive, Bauform A 3 + A 3, nach dem Entwurf der SSW für die Schlesischen Gebirgsbahnen. Ihre zulässige Höchstgeschwindigkeit beträgt 50 km/h (Bild 12). Die Ankerumfangsgeschwindigkeit kommt hierbei auf 41 m/s.

b) Aufhängung der Einzelmotoren am Rahmen.

Zwecks möglichster Schonung des Oberbaues ist es vorteilhaft, für höhere Geschwindigkeiten die Motorgewichte gegenüber der Achse ganz abzufedern. Dies führt dazu, den Motor als Ganzes im Rahmenwerk zu lagern und dem großen Zahnrad gegenüber der Triebachse Federspiel zu geben. Hierfür liegen verschiedene Lösungen vor. Als erste sei die Konstruktion von Buchli (BBC) erwähnt. Zwischen der Mitte des großen Zahnrades und der Mitte der Triebachse ist eine sogenannte Überhöhung durchgeführt, Bild 13. Es ist hierbei vorteilhaft, die Motorwelle dreifach zu lagern, damit der Durchmesser des ausladenden Teiles der Motorwelle und also auch die Übersetzung so klein wie möglich wird. Denn das erforderliche Federspiel zwischen dem Spurkranz und dem Außendurchmesser der Motorwelle muß gewahrt werden. Durch diese Abhängigkeit ist das Übersetzungsverhältnis nach unten hin eng begrenzt. Es beträgt bis höchstens 1 : 3,5. Daher ist der Buchliantrieb nur für größere Geschwindigkeiten, also für Personen- und Schnellzuglokomotiven verwendbar. Der Antrieb wird einseitig ausgeführt, benötigt eine umfangreiche Tragekonstruktion für das fliegend gelagerte Zahnrad und ist gekennzeichnet durch Vielteiligkeit des Antriebes unter Verwendung von Kugelgelenken. Die Ankerumfangsgeschwindigkeit liegt bei etwa 50 m für 90 km Fahrgeschwindigkeit, also günstig. Ein Ausführungsbeispiel ist die 1 A_4 1 — Sz-Lokomotive von B.B.C. für die Deutsche Reichsbahn.

Eine andere Lösung, das Motorgewicht abzufedern, sieht die Anordnung einer Hohlwelle vor (Bild 14). Diese Hohlwelle würde aber ziemlich tief in das Motorgehäuse einschneiden. Westinghouse, von dem der Antrieb durchgebildet ist, verwendet deshalb Zwillingsmotoren zum Antrieb einer Achse, die günstigere Ver-

Digitized by Google

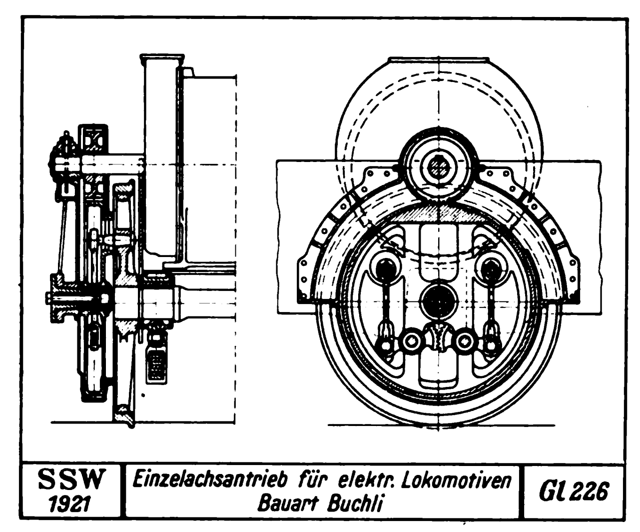


Bild 13.

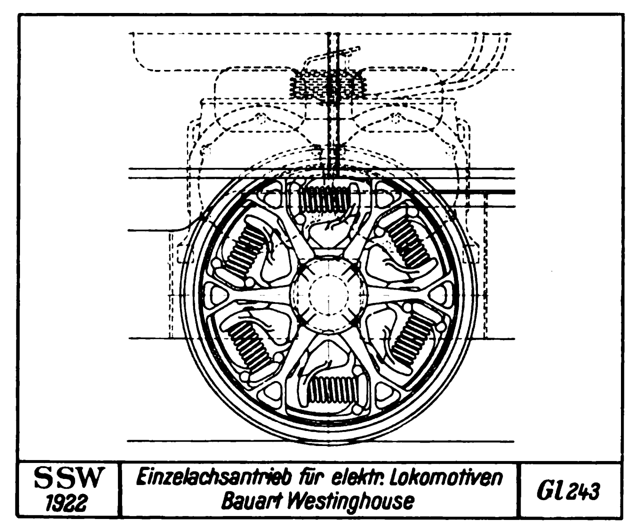


Bild 14.

hältnisse schaffen. Die ebenfalls einseitig angeordneten Zahnräder liegen innerhalb des Rahmens, so daß die für den Buchliantrieb geltenden Beschränkungen in der Übersetzung hier entfallen. Es können Übersetzungen bis 1 : 6 erreicht werden. Die Umfangsgeschwindigkeit an den Ankern wird in der Nähe von 40 m liegen.

Ein Vorteil ist darin zu erblicken, daß bei Doppelantrieb einer Achse die Zahnräder schmal werden und infolge Reihenschaltung je zweier Motoren die Schaltapparate für kleinere Ströme zu bemessen sind. Die Federung zwischen Motorwelle und Triebachse geschieht durch kräftige Schraubenfedern, die vom großen Zahnrad unmittelbar auf die Radspeichen arbeiten. Diese Federn sind Belastungen ausgesetzt, die rechnerisch schwer zu erfassen sind. Sie haben deshalb namentlich anfangs zu Schwierigkeiten Anlaß gegeben. Abgesehen von dieser immerhin zu überwindenden Schwierigkeit zeichnet sich der Antrieb durch große Einfachheit der Übertragungsorgane aus und verlangt nicht die peinliche Genauigkeit bei Herstellung und Unterhaltung wie die übrigen Antriebe. Schweizerische Ausführungsbeispiele sind die 1 B 1 B 1 und die 1 C 1 Sz. Lokomotiven der S. B. B. von Sécheron. Außerdem liegen viele amerikanische Ausführungen vor.

Eine weitere Lösung für einen Einzelachsantrieb zeigt Bild 15. Der Antrieb ist dadurch gekennzeichnet, daß für die Kräfteübertragung die geschilderte Westinghouse-Federung mit einem Blindzahnrad gekuppelt, also auch hier Gestänge, Gelenke usw. vermieden werden. Der Antrieb vereint alle Vorzüge des Westinghouse-Antriebes mit hoher Schwerpunktslage. Er ist gleich gut brauchbar für Güterzug- und für Schnellzuglokomotiven, da die Zwischenschaltung des Blindzahnrades in weitem Umfange günstige Anpassung des Übersetzungsverhältnisses gestattet. Der Lokomotivrahmen ist als Außenrahmen durchzubilden. Die Baulänge so angetriebener Lokomotiven kann auf ein Mindestmaß herabgedrückt werden.

4. Eine weitere Möglichkeit, einen Antrieb für schnellfahrende Lokomotiven mit besonders hoher

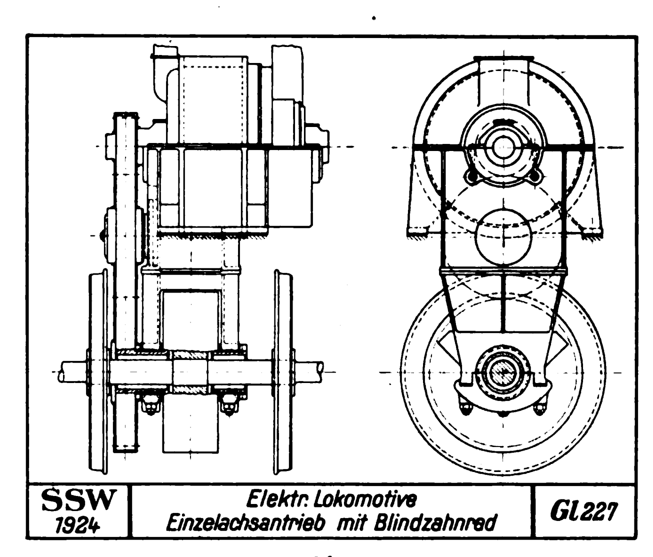


Bild 15.

Schwerpunktlage zu bauen, liegt darin, daß die Motoren stehend, d. h. mit senkrechter Welle auf dem Rahmen angeordnet werden können. An die

Digitized by Google

Stelle des normalen Zahngetriebes tritt dann ein Kegelzahnradgetriebe. Diese Anordnung mag zunächst Befremden erregen. Sie ist aber nicht ohne ausgeführtes Beispiel. Die Paris-Orléans-Bahn hat seit längerer Zeit zwei Versuchslokomotiven der Bauform 2 A 3 2 mit senkrecht angeordneten Motoren für $V_{max} = 120$ km/h mit gutem Erfolge in Betrieb[1]), weitere Lokomotiven der Bauform 2 A 4 2 sind in Ausführung.

II. Entwurf einer Lokomotive für 2000 kW Dauerleistung.

Die natürliche Entwicklung des Verkehrs führt unter normalen Verhältnissen zu immer wachsenden Ansprüchen an die Leistungen der Lokomotiven. Denn das Streben nach Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes begünstigt die Beförderung möglichst schwerer Zugsätze mit jeweils nur einer Lokomotive, also ohne Vorspann oder Nachschub. Daher kann es als ziemlich sicher angesehen werden, daß man über die bisher in Europa bekannt gewordenen Lokomotivleistungen hinausgehen muß und sich zwei Aufgaben zu stellen haben wird:

1. wird man für die Beförderung von Güterzügen Lokomotiven von 2000 kW Dauerleistung an den Motorwellen bauen wollen, die imstande sind, große Zuglasten von z. B. 2200 t auf der Wagerechten mit Geschwindigkeiten bis zu 65 km/h zu befördern,
2. wird man bei Personen- und Schnellzügen von etwa 800 t Anhängelast Höchstgeschwindigkeiten auf der Wagerechten von 100 km/h mit Sicherheit erreichen wollen. Hierzu wird man ebenfalls Dauerleistungen von 1600 bis 2000 kW an den Motorwellen benötigen.

Als beste Lösung vorstehender Aufgaben wird die anzusprechen sein, die Verwendung des gleichen Motors für beide Lokomotivgattungen ermöglicht.

Da wir bei uns in Deutschland jetzt mit einer Triebachslast von 20 t rechnen, und man einerseits bei Güterzügen mit 60 bis 65 km/h, andrerseits bei Personen- und Schnellzügen mit 90 bis 100 km/h (Grenzgeschwindigkeit 110 km) fahren kann, so stehen die Leistungen der angetriebenen Achsen im allgemeinen annähernd im Verhältnis von Güterzug zu Personenzug wie 2 zu 3. Wenn für schwere Güterzuglokomotiven zweimal drei angetriebene Achsen erforderlich sind, so kommt man also bei Personenzuglokomotiven mit zweimal zwei angetriebenen Achsen aus. Wir stellen folgende Überschlagsrechnung an.

1. Güterzug. Lokomotivgewicht

für 6 angetriebene Achsen . .	je 20 t =	120 t
für 2 Laufachsen	je 15 t =	30 t
	Lokomotigewicht	150 t
	Anhängelast	2200 t
	G = Zuggewicht	2350 t

$V_n = 65$ km/h normale Witterung,

$V_w = 60$ km/h starker Seitenwind,

$$w_n = 2{,}5 + \frac{1}{20} \cdot \left(\frac{65}{10}\right)^2 = 4{,}6 \text{ kg/t}.$$

$$w_w = 2{,}5 + \frac{1}{20} \cdot \left(\frac{60 + 25}{10}\right)^2 = 6{,}1 \text{ kg/t}.$$

Höchste Leistung bei der maximalen Geschwindigkeit:

$$L_n = \frac{2350 \cdot 4{,}6 \cdot 18 \cdot 9{,}81}{0{,}92 \cdot 1000} = 2060 \text{ kW}$$

$$L_w = \frac{2350 \cdot 6{,}1 \cdot 16{,}7 \cdot 9{,}81}{0{,}92 \cdot 1000} = 2550 \text{ kW}.$$

Die mittlere Dauerleistung liegt wesentlich tiefer, jedenfalls nicht höher als 1840 kW nach Reichsbahnbedingungen, also bei vier Motoren je 460 kW an der Motorwelle. Das erste Anziehen geht leicht vonstatten; denn die Lokomotive ist imstande, 30 bis 35 t Zugkraft zu entwickeln, und der Zug ist nicht straff gekuppelt.

2. Schnellzug. Lokomotivgewicht

4 angetriebene Achsen . . .	je 20,0 t =	80 t
4 Laufachsen	je 17,5 t =	70 t
	Lokomotivgewicht	150 t
	Anhängelast	800 t
	Zuggewicht	950 t

$V_n = 108$ km,

$V_w = 100$ km,

$$w_n = 2{,}5 + \frac{1}{40} \cdot \left(\frac{v}{10}\right)^2 = 5{,}4 \text{ kg/t},$$

$$w_w = 2{,}5 + \frac{1}{40} \cdot \left(\frac{v + 25}{10}\right)^2 = 6{,}4 \text{ kg/t},$$

$$L_n = \frac{950 \cdot 5{,}4 \cdot 30 \cdot 9{,}81}{0{,}92 \cdot 1000} = 1650 \text{ kW}$$

bei normaler Witterung,

$$L_w = \frac{950 \cdot 6{,}4 \cdot 27{,}8 \cdot 9{,}81}{0{,}92 \cdot 1000} = 1800 \text{ kW}$$

bei starkem Seitenwind.

[1]) La Technique Moderne v. 1. 5. 1924.

Digitized by Google

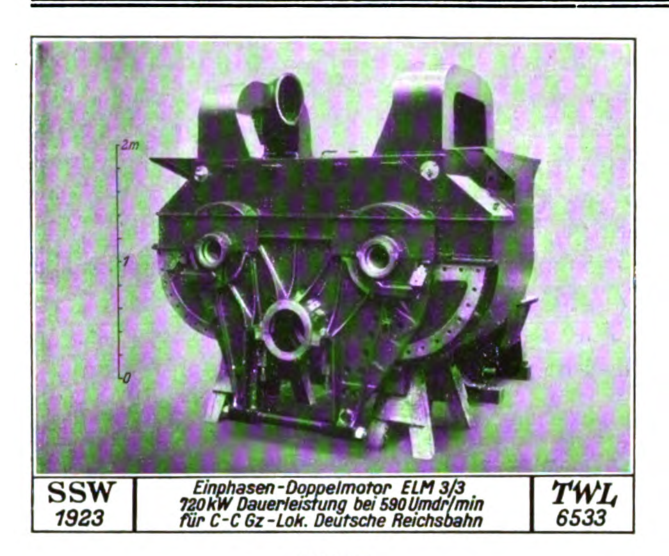


Bild 16.

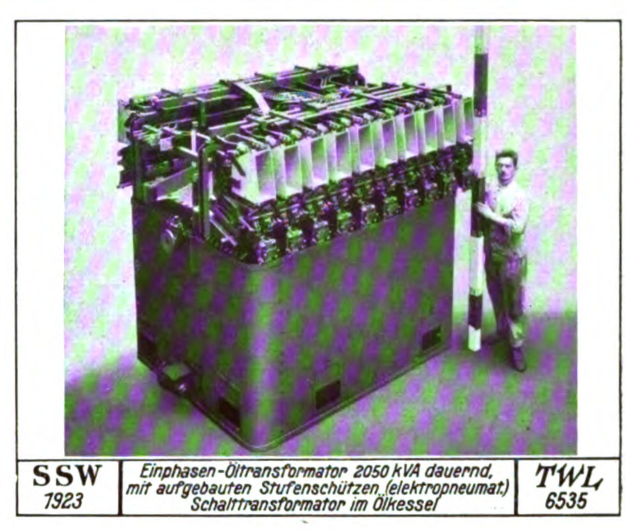


Bild 17.

Beim Schnellzug ist vorausgesetzt, daß er auch auf einer kleinen Steigung, z. B. 1 : 1000, nicht wesentlich an Geschwindigkeit nachläßt, das vermehrt aber die Leistung sogleich auf rd. 2100 kW, so daß es berechtigt ist, auch hier 1840 kW Dauerleistung einzubauen, zumal da auch die Beschleunigungsarbeiten größere sind als beim Güterzug.

Bei den im folgenden dargestellten Entwürfen der Lokomotiven gehe ich von dem Leistungsdiagramm (Bild 1) der Motoren aus. Die Dauerleistung beträgt 2000 kW im Bereiche von 70 v. H. bis 100 v. H. der Drehzahl unter der Voraussetzung einer Übertemperatur an den mit Glimmerpräparaten isolierten Ankern bis 90°, Kollektor 75° (Thermometermessung), also unter höherer Ausnutzung der Motoren, als die Reichsbahn gegenwärtig zuläßt[1]). Nach den früheren Bahnvorschriften und den amerikanischen Bahnvorschriften ist dann noch eine erhebliche Reserve vorhanden dadurch, daß am Anker bis auf 100° Übertemperatur gegangen werden kann. Die Ständer sind immer die kälteren Teile und lassen sich in ihren Abmessungen leicht den Ankern anpassen.

Die Gestaltung der wesentlichsten Teile einer elektrischen Ausrüstung für Einphasenwechselstrom lassen die Abbildungen erkennen, von denen Bild 16 einen Doppelmotor, Bild 17 einen ölgekühlten Umspanner mit aufgebauter Schalteinrichtung wiedergeben (elektromagnetische oder elektropneumatische oder durch Nockenwelle gesteuerte Schütze, oder sogen. Schlittensteuerung).

Bild 18 zeigt einen neuen Stromabnehmer der SSW für sehr hohe Stromstärken (Gleichstrom 1500 V). Kennzeichnend ist die gefederte Parallelführung des Schleifbügels.

Bei dieser Gelegenheit sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß der heute allgemein benutzte Schleifbügel für Stromabnehmer erstmalig von Siemens u. Halske nach meinem Entwurf im August 1890 auf der ersten Strecke mit oberirdischer Bügelfahrleitung Groß-Lichterfelde

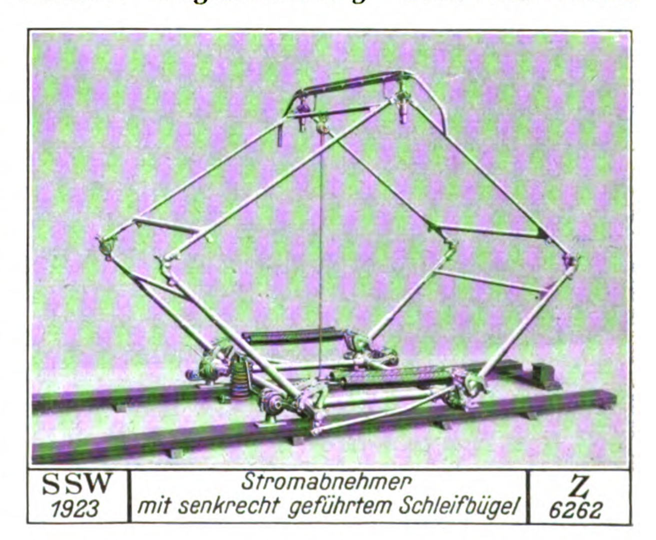
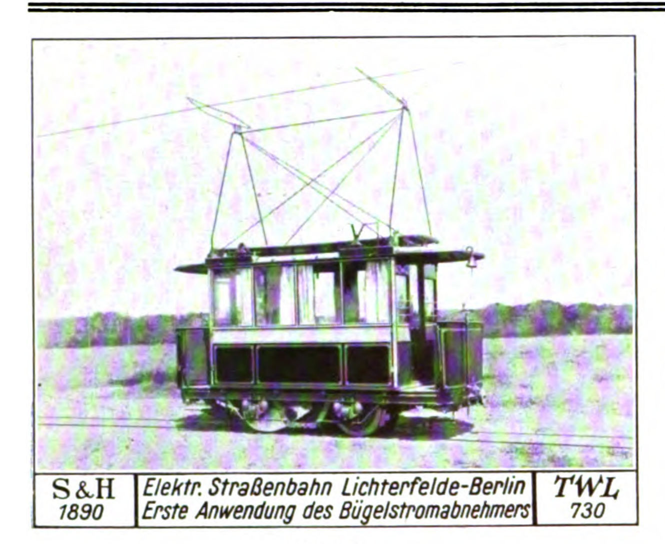


Bild 18.

(Potsdamer Bahnhof) — Kadettenanstalt in Benutzung genommen wurde, Bild 19. Der um eine wagerechte Drehachse schwingende Teil

[1]) Die Dauerleistung nach dem Entwurf der Reichsbahn würde etwa 92 v. H. von der hier dem Entwurf zugrunde gelegten betragen, also etwa 1840 kW.

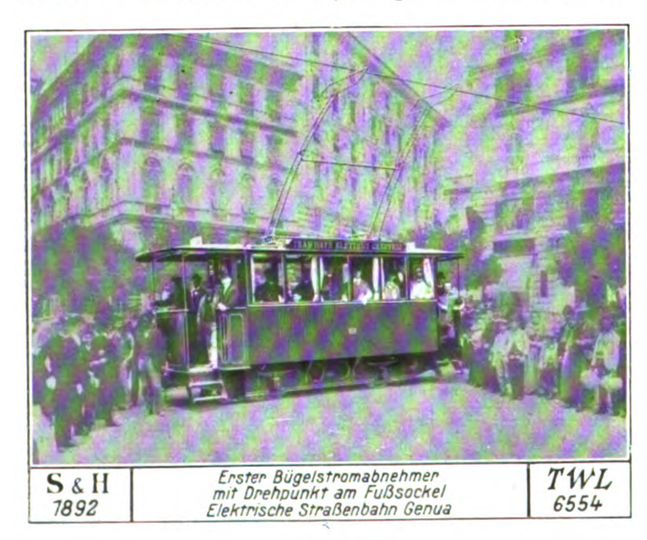
Digitized by Google



S & H 1890	Elektr. Straßenbahn Lichterfelde-Berlin Erste Anwendung des Bügelstromabnehmers	TWL 730

Bild 19.

konnte zunächst kurz gehalten und ein einfacher gebogener 8 mm-Stahldraht verwendet werden, der an einem 6 mm-Eisendraht schleifend von diesem den Strom bei 250 V Spannung abnahm. Bald ließ ich dann hartgezogenen Kupferdraht als oberirdische Leitung aufhängen und den Bügel aus gezogenem Messing herstellen, das zum Zwecke der Schmierung verzinnt wurde. Das Rohrgestell erhielt dann den Drehpunkt um die wagerechte Achse unmittelbar über dem Dache (1892), Bild 20. Später wurde nach einem Vorschlage von Emil Hayn das Schleifstück auch aus Aluminium hergestellt und mit Fettschmierung benutzt. Heute nach 30jähriger Bewährung des



S & H 1892	Erster Bügelstromabnehmer mit Drehpunkt am Fußsockel Elektrische Straßenbahn Genua	TWL 6554

Bild 20.

Bügels wird in allen Ländern der Welt für Fahrdrahtleitung bei Vollbahnen und besonders für Lokomotiven der Siemenssche Schleifbügel benutzt.

Bei Aufstellung des Hauptentwurfes der Bauform könnte es gleichgültig erscheinen, für welche Stromart er durchgebildet wird. Es zeigt sich aber, daß das nur für Einphasenstrom und Gleichstrom sowie Drehstrom von 50 Perioden zutrifft, während bei Drehstrom von $16^2/_3$ Perioden die Zwangsbeziehungen zwischen Polzahl und Übersetzung vorhanden sind.

Für den Entwurf der Lokomotiven stehen uns nun folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

A. Güterzuglokomotiven.

Ein Einzelantrieb der 6 Triebachsen für die Güterzuglokomotiven durch Motoren in Straßenbahnaufhängung wäre wohl möglich, wenn jeder Motor als Einfach- oder Zwillingsmotor mit je 335 kW Dauerleistung ausgestattet wird. In diesem Falle gelangt man aber, wie oben erwähnt, an die Grenze der Abmessungen für Tatzlagermotoren. Auch ihre Schaltung ist wegen der Dreizahl namentlich bei Gleichstrom unbequem. Bei reinem Einzelantrieb würden ferner die Leistungen der G. Z.-Motoren zu denen der S. Z.-Motoren sich verhalten wie 2 : 3, also zwei Größen von Motoren notwendig sein. Man wird also auch schon wegen der Gleichartigkeit der Motoren für beide Lokomotivgattungen mit 4 Motoren auszukommen versuchen. Deshalb soll der Einzelantrieb für G. Z.-Lokomotiven ausscheiden und zunächst der Antrieb durch halbhoch gelagerte Doppelmotoren gemäß Bild 4 betrachtet werden.

Die Doppelmotorgestelle wird man in diesem Fall so anordnen, daß die Mitte der Vorgelegewelle mit der Mitte der Triebachsen in einer Höhe liegt. Das nächstliegende wird sein, eine Lokomotive mit durchgehender Rahmenkonstruktion zu entwerfen, bei der nur ein in der Mitte liegender Umspanner verwendet wird. Das ergibt:

1) eine Bauform 1CC1 mit Raddurchmesser 1600 (1500), die Zahnräder liegen in der Ebene der Radreifen. Es könnte als zweckmäßig erscheinen, die Motoren, wie Bild 21 erkennen läßt, nach vorn, d. h. hinter die Führerstände und die angetriebenen Achsen so nahe aneinander zu legen, wie es mit Rücksicht auf den Einbau der Bremsklötze usw. möglich ist (Bandage zu Bandage Abstand 300 mm). Trotzdem wird die Lokomotive wegen der großen Räder lang, und

Digitized by Google

daher ist die Konstruktion eines einzigen durchgehenden Rahmens verhältnismäßig schwierig. Da nur ein Umspanner in der Mitte verwendet wird, so sind die Räume im Führerhaus unnötig groß und die Zuleitungen zu den Motoren ziemlich lang. Die Verwendung von Krauß-Gestellen gestattet zwar eine große geführte Länge, also ruhigen Lauf. Der Radstand der innersten vier Achsen mit 5500 mm ist aber zu groß für feste Räder. Daher müssen einzelne Räder seitlich verschiebbar angeordnet werden. Das Krauß-Drehgestell erfordert eine gewisse zusätzliche Beschränkung in der Länge der Motoren entsprechend der Einschnürung der Rahmenbleche.

Für die große Dauerleistung von 2600 kVA wird der Umspanner sehr schwer ausfallen und wenn, wie jetzt üblich, die gesamte Steuereinrichtung mit dem Umspanner zusammengebaut werden soll, so dürfte die zur Verfügung stehende Höhe des Lokomotivhauses kaum ausreichen. Aber selbst, wenn dies der Fall wäre, erschwert die hohe Lage der Schalteinrichtung, deren bequeme Bedienung überaus wichtig ist, ihre Überwachung. Diese Betriebsunannehmlichkeit und die Größe des festen Radstandes scheiden die Annahme des Entwurfes aus. Auch die von der Reichsbahn für die Güterzuglokomotiven bevorzugte sogenannte Brückenanordnung des mittleren Lokomotivteiles (vgl. Bild 8) ist wegen des ersten Einwandes hinsichtlich Unterbringung des Umspanners nicht annehmbar. Die vorstehende Betrachtung führt zu dem Gedanken, die Lokomotive in zwei symmetrische Hälften zu unterteilen, also zu einer Bauform

2) 1 C + C 1/1600, Bild 22, überzugehen.

Jeder der beiden Umspanner von 1300 kVA Dauerleistung wird jeweils unmittelbar hinter dem Führerstande angeordnet. Auf seinem Deckel wird die zugehörige Steuereinrichtung angeordnet. Die Motoren werden nunmehr möglichst nach der Mitte der Doppellokomotive zwischen die zweite und dritte Triebachse verlegt. Bei Benutzung eines Krauß-Gestells ergibt sich ein fester Radstand von 3600 mm und ein ruhiger Lauf der Lokomotive in der Geraden, vorzügliche Kurvenläufigkeit, ferner einfaches Triebwerk mit leichteren Kuppelstangen als bei der Anordnung 1), der Aufbau des Ganzen ist

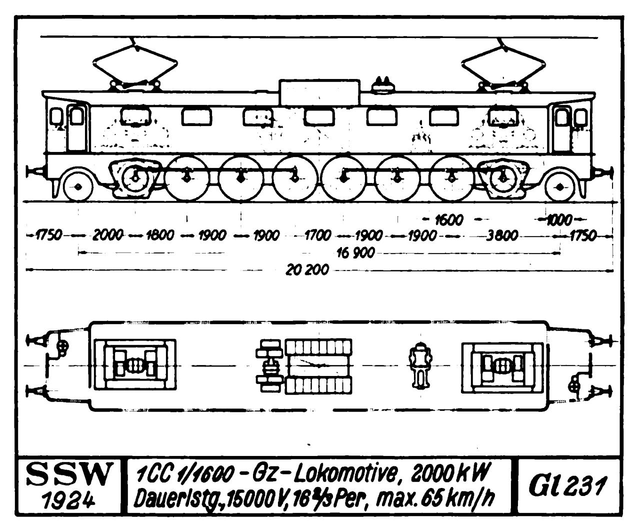


Bild 21.

einfach und natürlich. Die Länge der Lokomotive ist etwas größer als bei 1). Die Zahnräder würden ebenfalls wie bei 1) unmittelbar hinter den Radreifen liegen, so daß ein Abstand von Schienenoberkante von 100 mm genügt. Die Übersetzung kann bis 1 : 5 gewählt werden und die Ankerumfangsgeschwindigkeiten der Motoren werden infolgedessen bei 65 km/h mit nahe an 60 m/s günstig. Die Auflösung in eine Doppellokomotive bringt die bereits im Abschnitt I hervorgehobenen Betriebsvorteile. Die Bauform 1 C + C 1/1600 ergibt günstige Konstruktions- und Betriebsverhältnisse und wird zur Wahl gestellt.

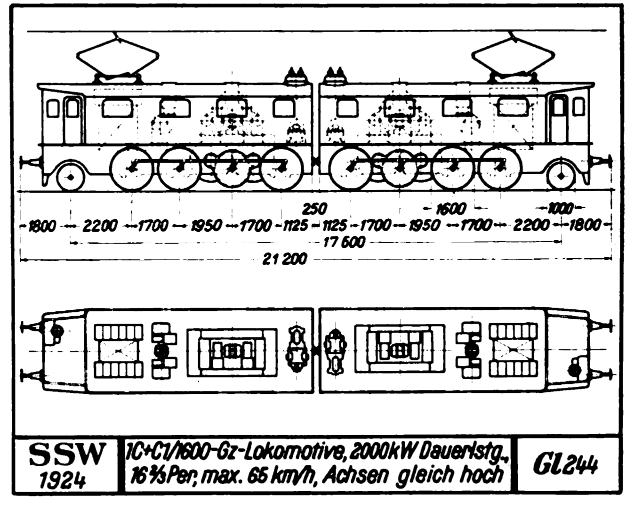


Bild 22.

Andere Anordnungen der elektrischen Ausrüstung sind möglich. Z. B. kann an Stelle von 1600 mm Raddurchmesser auch ein solcher von

Digitized by Google

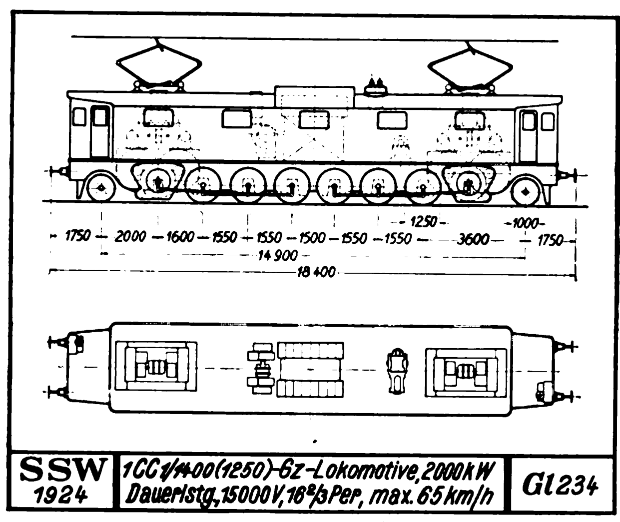


Bild 23.

1750 mm in Betracht kommen, wenn die Zahnräder außerhalb der Radkränze angeordnet werden. Es zeigt sich aber, daß die Lokomotive ungünstigere Verhältnisse ergibt, als Bauform 2.

Wenn bisher die Anordnung: Mitte Vorgelegewelle gleich hoch zu Mitte Triebachse betrachtet wurde, so darf doch für die Untersuchung der in Teil I erwähnte Schrägstangenantrieb nicht unberücksichtigt bleiben. Hierfür gibt es wiederum zwei Grundanordnungen: entweder ungeteilte Lokomotive oder zwei Lokomotivhälften. Mit dem Durchmesser der Triebräder kann man bei Schrägstangenantrieb auf 1400 mm (Über-

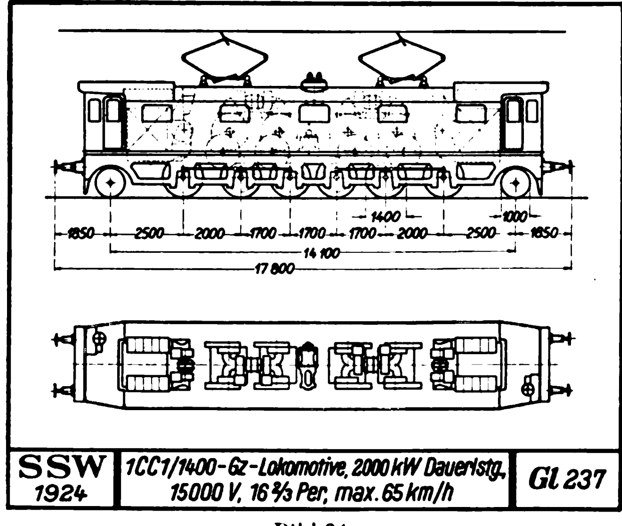


Bild 24.

höhung etwa 45 mm) und sogar bis auf 1250 mm (Überhöhung etwa 105 mm) heruntergehen. Dadurch wird die Lokomotive kürzer. Auf der anderen Seite tauscht man die in Teil I unter Ac erwähnten Nachteile des Schrägstangenantriebes ein. Bei ungeteilter Anordnung der gesamten Lokomotive legt man am besten die Doppelmotoren ganz nach vorn und erhält dann die Bauform.

3) 1 C C 1/1400 (1250) (Bild 23).

Bei Verwendung von Krauß-Gestellen kommt man mit dem festen Radstand der mittleren 4 Triebachsen auf 5050 mm (4600) herunter, also wohl noch gerade zulässig. Die durch das Krauß-Gestell bedingten Einschränkungen in der Längenausdehnung der Motoren machen sich geltend, aber die Lokomotive wird, abgesehen von den Einwirkungen des Getriebes, einen ruhigen Lauf zeigen, wenngleich die weit außen liegenden Motormassen gewisse Einschränkungen in dieser Hinsicht bedingen. Da die Vorgelegewelle der Motoren außerhalb der Triebachsen liegt, so ist ein zweiebiges Triebwerk möglich, und deshalb kann der Winkel zwischen der Schrägstange und den Kuppelstangen klein gehalten werden. Die Überhöhung der Vorgelegewelle über Mitte Triebachse darf nur durch die Übersetzung bestimmt sein. Für die Handhabung des Umspanners gilt dasselbe, wie für die Anordnung unter 1), doch ist hier für den Umspanner mehr Platz vorhanden. 1 CC 1/1400 ist eine etwas günstigere Bauform als 1 CC 1/1250, weil der Winkel der Schrägstange sehr klein ist, und kann zur Wahl gestellt werden vorausgesetzt, daß Rahmen und Federung für Lauf über Bremsberge eingerichtet werden können.

Es kann für die Güterzugmaschinen auch ein Einzelachsantrieb in Frage kommen, bei welchem die 4 Motoren nicht zwischen den Rahmen, sondern auf diesen gelagert sind. Es muß dann aber ein Zwischen- oder Blindzahnrad verwendet werden. Die Triebachsen sind zu je drei durch Kuppelgestänge verbunden. Es ergibt sich dann die Möglichkeit der Verwendung von kleineren Durchmessern der Triebräder

Bauform 4) 1 CC 1/1400 (Bild 24)

mit durchgehendem Außenrahmen. Laufachse und erste Triebachse werden zu einem Krauß-Drehgestell vereint. Der feste Radstand beträgt dann 5100 mm, die beiden Mittelachsen müssen seitenverschiebbar sein. Der Gesamtradstand beträgt nur 14 100 mm. Die Lastverteilung der

Digitized by Google

Lokomotive ist sehr gut. Ebenso die Zugänglichkeit der Motoren. Die Schwerpunktlage ist sehr günstig. Die Lokomotive wird mit zwei Umspannern ausgerüstet. Die Bauform wird zur Wahl gestellt.

Schließlich möchte ich der Bauform 4) noch eine andere Bauform

5) 1 C + C 1/1400

hinzufügen (Bild 25). Sie ist der vorigen in bezug auf Fahreigenschaften ähnlich, weist aber überdies alle Betriebsvorteile der Doppellokomotiven auf. Die beiden Motoren sind auseinandergezogen und der Umspanner in der Mitte zwischen ihnen angeordnet. Beide Entwürfe 4) und 5) zeichnen sich durch ein leichtes Kuppelgestänge aus. Der Antrieb ist kinematisch vollkommen einwandfrei. Die Lokomotive wird ebenfalls zur Wahl gestellt. Statt für jeden Motor ein besonderes Blindzahnrad anzuordnen, könnten natürlich auch je zwei Motoren auf ein solches arbeiten. Es führt dies aber zu sehr hohen Lagerdrücken, weshalb hier von dem gruppenweisen Antrieb auf ein Blindzahnrad abgesehen werden soll.

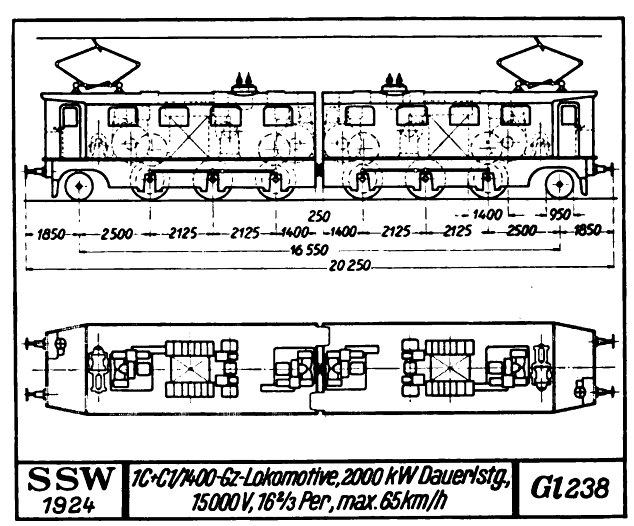


Bild 25.

Ganz ähnlich wie Entwurf 4) und 5) würde die Lokomotive ausfallen, wenn man sie mit Buchli-Antrieb und Zwischenrad oder mit Westinghouse-Antrieb versehen würde.

Alle diese Lokomotiven können auch als schwere Personenzugmaschinen mit 75 bis 80 km bei kleinerer Übersetzung ausgeführt werden.

Soll statt Wechselstrom Gleichstrom oder Drehstrom benutzt werden, so können die vorgeführten Bauweisen ebenfalls in Betracht gezogen werden.

Bei Gleichstrom würden an Stelle des Transformators die Anfahrwiderstände treten. Hieraus ergibt sich ein entsprechendes Mindergewicht gegenüber Wechselstrom für die elektrische Ausrüstung. Auch die Schaltapparate werden infolge der geringeren Stromstärken leichter als bei Wechselstrom. Der Gesamtunterschied im Gewicht zugunsten der Gleichstromausrüstung kann im Mittel zu 15 v. H. angesetzt werden. Ein Betriebsvorteil hinsichtlich des Lokomotivgewichtes wird aber nicht erzielt, da sich das Reibungsgewicht der Lokomotive aus der Zugleistung ergibt, also an sich von der Stromart unabhängig ist. Außerdem ist zu beachten, daß das geringere Konstruktionsgewicht der Gleichstromfahrzeuge durch vermehrtes Konstruktionsgewicht für Unterwerke und Fahrleitung ausgeglichen wird. Bei 3000 V wird die Gewichtsersparnis infolge der größeren Abmessungen der Ausrüstungsteile nahezu wieder ausgeglichen. Bild 26 zeigt den Entwurf einer 1 C + C 1 Gz-Lokomotive für 1500 V Gleichstrom. Die Ausbildung des Gleichstrommotors kann ganz ähnlich derjenigen beim Wechselstrom sein. Bei 1500 V werden je zwei Motoren hintereinandergeschaltet. Der Motor wird als sechspoliger Motor (750 V) ausgeführt werden können. Bei 3000 V wird der Motor (1500 V) nur als vierpoliger Motor ausführbar sein, weil die radiale Stärke des Gehäuses ziemlich groß ist. Der Ankerdurchmesser wird demgemäß bei Gleichstrom kleiner und die Umfangsgeschwindigkeit niedriger als bei Wechselstrom.

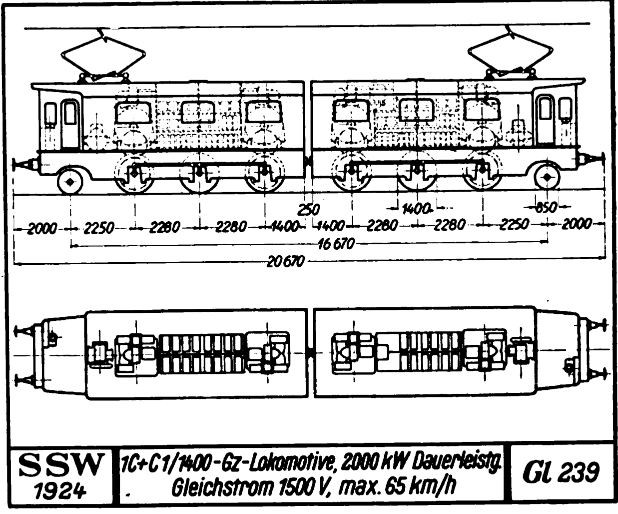


Bild 26.

Digitized by Google

Das Gewicht des Doppelmotors wird bei 1500 V 10 v. H. kleiner, bei 3000 V mindestens gleich demjenigen des Wechselstrommotors.

Bei Drehstrom von $16^2/_3$ Perioden und von 4500 V Fahrdrahtspannung würden an Stelle des Umspanners ebenfalls die Anfahrwiderstände, die Polumschaltvorrichtung und die sonstigen zusätzlichen Steuereinrichtungen treten (Bild 27). Aber der Motor wird bei $16^2/_3$ Perioden und der geringen Schlüpfung von etwa 2 v. H. mit 326 Umdr/min als sechspoliger Motor betrieben werden müssen, und die Übersetzung bei 65 km/h Fahrgeschwindigkeit würde nur etwa 1 : 1,4 bei der Bauform 2a) 1 C + C 1/1500 betragen (bei vierpoligem Motor etwa 1:2,1). Eine Ausführung des Motors als vierpoliger Motor (492 Umdr/min und Übersetzung etwa 1:2,15) wird wegen der verhältnismäßig langen Wickelköpfe unvorteilhaft werden. Dadurch, daß der sechspolige Motor nur mit höchstens 326 Umdr/min betrieben wird, und das Übersetzungsverhältnis 1 : 1,4 zu klein ist, wird der Durchmesser des Motors nicht kleiner werden als derjenige des entsprechenden Wechselstrommotors. Außerdem muß der Motor für die hohe Fahrdrahtspannung von 4500 V gewickelt werden. Hieraus und aus dem Zwang in der Motordrehzahl, ergibt sich, daß die Drehstrom-Lokomotivausrüstung sich im Gewicht etwa auf der Höhe einer gleichwertigen Wechselstrom-Ausrüstung halten muß und mit nicht mehr als 5 v. H.

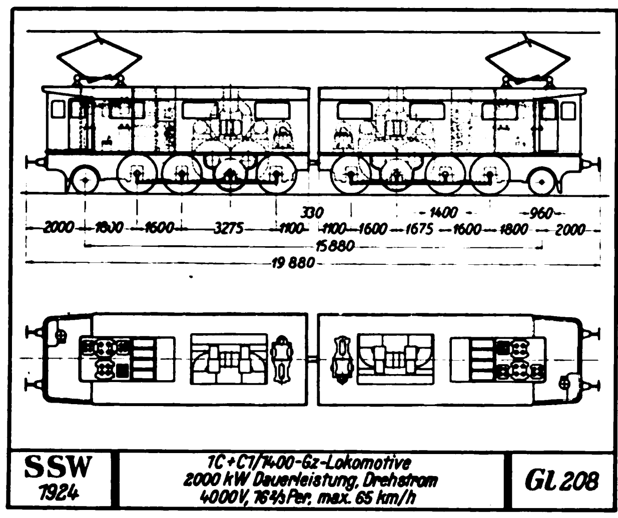


Bild 27.

dieser gegenüber im Vorteil sein kann. Ausführungsbeispiele geben die Bestätigung hierfür. Auch bei 10 000 V Fahrdrahtspannung und 50 Perioden wird sich hieran nichts ändern, da dann zweckmäßig zwischen Fahrdraht und Motoren ein Transformator geschaltet wird, der den Motoren eine geringere Spannung (1000 V) zuführt (z. B. Rom-Tivoli)[1].

B. Die Personen- und Schnellzuglokomotiven.

Die Personen- und Schnellzuglokomotiven brauchen für 800 t Anhängelast und 100 km/h Fahrgeschwindigkeit bei Seitenwind eine Leistung von 1800 kW, die auf der Steigung von 1 : 1000 auf etwa 2100 kW heraufgeht. Es erscheint daher zweckmäßig, die Dauerleistung von 1840 kW für den Bereich von 60 v. H. bis 100 v. H. der Motordrehzahl und diejenige von 2000 kW, d. h. 500 kW je Motor für den Bereich von 70 bis 100 v. H. einzusetzen, um eine Lokomotive zu schaffen, die in jeder Beziehung alle erweiterten Forderungen zu befriedigen imstande ist.

Man kann also mit denselben Motoren und Transformatoren rechnen wie bei den schweren Güterzugmaschinen, was einen nicht zu unterschätzenden Vorteil für die Gesamtunterhaltung im Betriebe bedeutet.

Beim Festlegen der Bauformen ist für die schnell fahrenden Lokomotiven wichtig, die schweren Massen der Motoren hoch zu lagern, durch Drehgestelle eine gute Längsführung und zugleich durch seitliche Verschiebbarkeit einzelner Radsätze gute Kurvenläufigkeit zu erzielen. Das läßt sich auf verschiedene Weise in folgenden Bauformen erreichen:

a) Lokomotiven mit Parallelkurbelgetriebe.

1. Bauform 2 B B 2/1400, hochgelagerte Doppelmotoren mit Zahnradvorgelegewelle, Stangenantrieb auf Blindwelle.

Die Motoren sind auf dem Rahmenwerk ruhend anzuordnen, ähnlich der Personenzuglokomotive für die Deutsche Reichsbahn (Bayern), Abb. 11. Die Verwendung einer Zahnradübersetzung erlaubt gute Ausnutzung der Motoren, die dank ihrer hohen Lage gut zugänglich sind. Die Zahnräder lassen sich ebenfalls gut beaufsichtigen. Auf die im Antrieb liegende Verwicklung (2 Blindwellen und 2 Treibstangen je Doppelmotor) ist bereits hingewiesen worden. Da die Bauform die be-

[1]) Génie Civil v. 24. 11. 23.

Digitized by Google

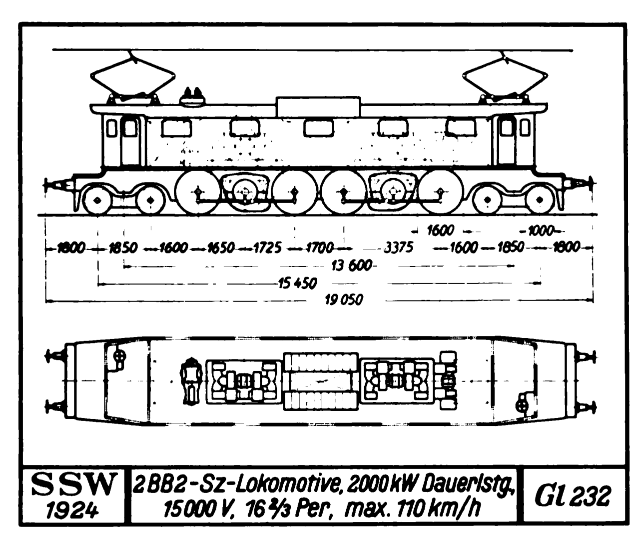


Bild 28.

kannten Nachteile des direkten Stangenantriebes (vgl. Teil I A a) mit höheren Beschaffungs- und Unterhaltungskosten vereint, so soll sie trotz guter Lauffähigkeit hier ausscheiden.

Eine Bauform mit einfacherem Antrieb ist

2. Bauform 2B B2/1600 mit halbhoch gelagerten Motoren, zwei Umspannern und Antrieb von Vorgelegewelle aus (Bild 28).

Der Antrieb erfolgt durch je einen zwischen zwei Triebachsen angeordneten Doppelmotor mit Zahnradübersetzung und Kuppelstangen. Motoren und Getriebe sind gut zugänglich. Die Kollektoren der Triebmotoren sind ebenfalls bequem genug zu beaufsichtigen. Man erhält ein sehr einfaches Triebwerk, leichtere Rahmen als bei 1. und bequeme Wartung aller Teile der elektrischen Ausrüstung. Es ist genügend Platz im Lokomotivhaus vorhanden. Gute Lauffähigkeit ist wie bei Bauform 1. gewährleistet. Die Bauform 2B B2/1600 mit zwei Umspannern wird zur Wahl gestellt, nicht nur, weil sie an sich sehr günstig ist, sondern auch weil Motoren und Umspanner genau die gleichen sind wie bei Güterzuglokomotive Bauform 2.

Für die Schnellzuglokomotiven hat man außer dem Stangenantrieb die Möglichkeit

b) Einzelachsantrieb mittels Zahnradübersetzung zu verwenden.

Es ergibt sich zunächst

3. die Bauform $2A_4 2/1600$ (Bild 29), ausgerüstet mit Zwillingsmotoren in der bekannten Westinghouse-Anordnung. Bei deren Verwendung gibt es vier völlig andersartige Doppelmotoren als bei den Güterzuglokomotiven. Die Motoren liegen hoch genug, um genügend zugänglich zu sein, soweit nicht andere Ausrüstungsteile über ihnen angeordnet werden müssen. Dies ist beim vorliegenden Entwurf z. B. mit dem Umspanner der Fall, der eine verwickelte Unterstützungskonstruktion bedingt. Es ist fraglich, ob er sich in dieser Form überhaupt unterbringen läßt. Wahrscheinlich muß man den Umspanner aufteilen und je einen unmittelbar hinter den Führerständen anordnen. Da der Raum über den Triebmotoren durch Schaltapparate, Gebläse usw. in Anspruch genommen ist, so werden die Motoren mit den zugehörigen Radsätzen als Ganzes am besten nach unten ausgebaut. Alle Triebachsen können seitenverschiebbar ausgeführt werden, daher gute Kurvenläufigkeit. Die Drehgestelle sichern ruhigen Lauf bei hoher Fahrgeschwindigkeit. Die Bauform soll aber nicht zur Wahl gestellt werden, weil die Motoren von denen der Güterzuglokomotive verschieden sind.

Ganz ähnlich würde die Bauform mit Einzelmotoren und Buchli-Antrieb ausfallen, bei der man aber ähnliche Anker und Ständer verwenden könnte wie bei den Güterzuglokomotiven Bauform 8. Hinsichtlich des Einbaues der Umspanner gilt das gleiche wie bei Westinghouse-Antrieb. Wegen der völligen Abweichung des

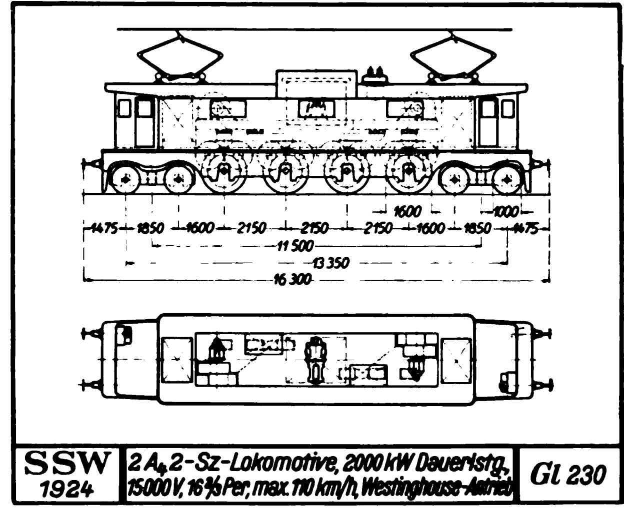


Bild 29.

Antriebes von demjenigen für die Güterzuglokomotiven wird die Bauform mit Buchli-Antrieb nicht berücksichtigt.

Digitized by Google

Eine günstigere Lage der Motoren und Transformatoren erlaubt

4. die Bauform $2 A_4 2/1600$, hochliegende Einzelmotoren, Antrieb mittels eines Blindzahnrades (Bild 30).

Motoren und Getriebe sind sehr gut zugänglich. Man erhält sehr günstige Achsstände und gute Lastverteilung. Es werden zwei Umspanner vorgesehen. Da alle Triebachsen seitlich verschiebbar sein können, hohe Schwerpunktlage und führende Drehgestelle vorhanden sind, so ist gute Kurvenläufigkeit und ruhiger Lauf bei hoher Fahrgeschwindigkeit gewährleistet. Die Motoren und die beiden Umspanner sind dieselben wie bei den Güterzuglokomotiven Bauform 7 und 8 und die aktiven Teile für Motoren und Umspanner die gleichen wie bei Güterzuglokomotive Bauform 2. Hat man sich erst einmal an den Gedanken der Verwendung eines Blindzahnrades gewöhnt, so muß diese Bauform für Personen- und Schnellzüge als günstig erscheinen, da nur drehende Teile vorhanden sind. Die Bauform wird zur engsten Wahl gestellt.

Im Interesse der gesamten Reservehaltung in Gemeinschaft mit den Güterzuglokomotiven und der leichteren Unterhaltung möchte ich der Bauform 4, $2 A_4 2$ mit zwei Transformatoren an den Enden den Vorzug geben. Bei dieser Bauform entfällt auch jedes Kuppelgestänge.

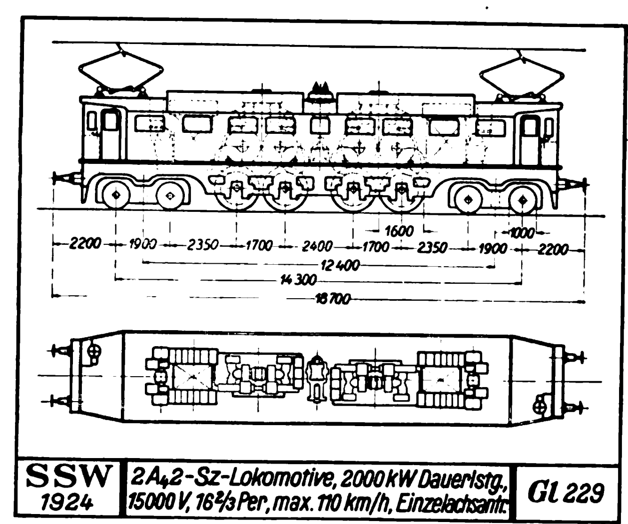


Bild 30.

Es sei hier noch einmal angedeutet, daß auch die Anordnung der Motoren mit senkrechter Achse gewählt werden könnte. Da die Schwerpunktlage der zur Wahl gestellten Bauformen aber an und für sich günstig ist, so braucht die übliche wagerechte Achsstellung der Motoren und damit ihre Einheitlichkeit nicht verlassen zu werden.

Wählt man für die Güterzuglokomotiven die Bauform 2 und für die Schnellzuglokomotiven deren Bauform 2, so erreicht man in weitestgehendem Maße Einheitlichkeit in der Gestaltung der elektrischen Lokomotiven mit allen klar zutage liegenden Vorteilen.

C. Umformerlokomotiven.

Ich möchte die Betrachtungen nicht abschließen, ohne die Umformerlokomotiven zu erwähnen. Es ist wahrscheinlich, daß bei höheren Leistungen der Lokomotiven, wie z. B. von 2000 kW, das Gewicht der Umformer im Vergleich zu dem der ganzen Lokomotive sich wesentlich günstiger verhalten kann, als bei kleineren Leistungen. Wir haben nach dem heutigen Stand der Technik eine ganze Reihe von Möglichkeiten für Umformung auf dem Fahrzeug, von denen einige nachstehend genannt sein sollen:

A. Systeme mit einpoliger Fahrleitung.

a) Gleichstrom-Hochspannung z. B. 10 000 V, erzeugt in Unterwerken mit Hilfe von Gleichrichtern aus Drehstrom oder Transvertern aus Drehstrom oder höchstgespanntem Gleichstrom. Die Lokomotiven erhalten Umformer (Motorgeneratoren), die aus hochgespanntem Gleichstrom entweder

1. Gleichstrom niederer Spannung, passend für die Triebmotoren von Null- bis Vollspannung (keine Anfahrwiderstände), oder
2. Drehstrom verschiedener Periodenzahl und Spannung in polumschaltbaren Generatoren erzeugen.

Dieser Drehstrom wird ebenfalls polumschaltbaren Triebmotoren mit Kurzschlußläufer zugeführt. Die Drehzahl des Motorgenerators kann auch noch durch Änderung der Motor-Feldstärke in bestimmten Grenzen geregelt werden. Es ist also Geschwindigkeitsregelung in weiten Grenzen möglich.

b) Einphasen-Wechselstrom. Hochspannung bis 20 000 V ($16^2/_3$, 25, 50 Perioden) erzeugt direkt als Einphasenstrom und umgespannt in Unterwerken oder indirekt durch Umformung aus Drehstrom-Hochspannung oder Gleichstrom-

Digitized by Google

Hochspannung. In den Lokomotiven befinden sich Umformer, welche

1. Phasenspalter sind, z. B. wie auf den Lokomotiven der Norfolk-Western- und der Pennsylvania-Bahn, auf denen den Triebmotoren von den Phasenspaltern Drehstrom von 25 Perioden geliefert wird. Das Anlassen der Triebmotoren erfolgt ebenso wie bei normalem Drehstrom mit Hilfe von Polumschaltern, Kaskadenschaltern und Widerständen, also genau wie bei der Mehrzahl der gewöhnlichen Drehstromlokomotiven. Hierzu gehört auch das neue System Kandó, das auf der World-Power-Konferenz in London vorgetragen wurde. Das Gewicht des Umformers ist als zusätzlich zur Drehstromausrüstung anzusehen.

2. Einphasenwechselstrom-Gleichstrom-Motorgeneratoren ($16^2/_3$, 25, 50 Perioden). Regelung der Triebmotoren in Hauptstrom- oder Nebenschlußschaltung durch Regelung der Spannung am Anker des Gleichstromgenerators. Der Motor des Umformers ist ein Synchronmotor ($\cos \varphi = 1$) oder Asynchronmotor mit Drehstromläufer, der mit zusätzlichem Kollektor ausgerüstet ist.

3. In den Lokomotiven befinden sich Transformatoren und Gleichrichter, die den Einphasenstrom ($16^2/_3$, 25, 50 Perioden) in Gleichstrom umwandeln, der in Spannungsstufen abgegeben werden kann. Zusatzwiderstände zur Regelung der Spannung an den Triebmotoren und verschiedene Hintereinander- und Parallelschaltung sind gegebenenfalls zweckmäßig.

B. Systeme mit zweipoliger Fahrleitung,

welche die Spannung von zwei Drehstromphasen führt, während die Fahrschienen die dritte Phase bilden (Periodenzahl $16^2/_3$, 25, 50). Spannung 3000 bis 20 000 V. Die Fahrleitung kann in der gewöhnlichen Weise über den Gleisen aufgehängt werden oder bei hoher Spannung eine Leitung über dem Gleise und eine Leitung seitlich nach dem Muster der Schnellbahn Marienfelde-Zossen vom Jahre 1900. An Weichen und Kreuzungen verschwindet die Seitenleitung. Verschiebebahnhöfe werden nur einpolig ausgerüstet. Nur an den Abfahrstellen der Züge sind zwei Leitungen vorhanden. Der Drehstrom wird nun auf der Lokomotive in Gleichstrom umgeformt, und zwar

1. mit Hilfe von Motorgeneratoren (Motorseite Synchronmaschine) $\cos \varphi = 1$ mit Selbstanlaufwicklung. Der Generator gibt den Triebmotoren passende Spannung von Null- bis Vollspannung durch Regelung der Erregung, also keine Anfahrwiderstände und keine weiteren Schaltungen nötig,
2. mit Hilfe von Motorgeneratoren in Gleichstrom (Motorseite Asynchronmaschine mit Drehstromerregermaschine) $\cos \varphi = 1$, sonst wie vor unter 1,
3. in Gleichstrom mit Hilfe von Einankerumformern und Umspanner, die unterspannungsseitig so viel Anzapfungen haben, wie den Fahrstufen entspricht; $\cos \varphi = 1$, besondere Schaltausrüstung nötig,
4. mit Hilfe von Gleichrichtern und Umspanner mit Anzapfungen in Gleichstrom, $\cos \varphi < 1$. Schaltausrüstung ist nötig,
5. mit Hilfe von Motorgeneratoren, wie unter 1 und 2, aber in Drehstrom veränderlicher Periodenzahl und Spannung, Polumschaltung an Generatoren und Motoren. Schaltausrüstung ist nötig (wie A a 2).

Wenn ich von den Umformerlokomotiven gesprochen habe, so ist das wegen der Vollständigkeit der Betrachtung geschehen, aber nicht wegen etwaiger Überlegenheit; denn es ist wahrscheinlich, daß Umformerlokomotiven schwerer sein können, als die normalen Drehstrom-, Einphasen-Wechselstrom- oder Gleichstromlokomotiven. So z. B. wiegt die Pennsylvania-Phasenspalterlokomotive, Bauart 1 C C 1, insgesamt 250 t. Wahrscheinlich werden diejenigen Umformerlokomotiven am leichtesten sein, die mit 50 Perioden-Einphasenstrom oder Drehstrom von 15 bis 20000 V betrieben werden, und von diesen wieder die Systeme A b 1 und A b 2 und B 1 und B 2. Der Hauptwert solcher Umformerlokomotiven könnte darin liegen, daß sie mit $\cos \varphi = 1$ arbeiten. Ob von Umformerlokomotiven größerer Leistung umfangreicher Gebrauch gemacht werden wird, steht dahin. Das Gebiet ist noch zu unentwickelt.

Schlußwort.

Die angestellten Betrachtungen zeigen, daß es zweckmäßig ist, für eine Lokomotive von 2000 kW Leistung unter Einhaltung eines Achsdruckes von 20 t, wie ihn die deutsche Reichsbahn zuläßt, die elektrische Ausrüstung in zwei Gruppen von je 1000 kW, bestehend aus je einem Umspanner von 1300 kVA und je zwei Motoren von je

Digitized by Google

Lfd. Nr.	Bauart	Verwendungszweck	Dauerleistg. eines Motors kW	Dauerleistg. der Lokomotive kW	Triebachsdruck t	Höchstgeschwindigk. km/h	Grundskizzen Reihe I 500 kW-Einheiten	Grundskizzen Reihe II 700 kW-Einheiten	Grundskizzen Reihe III 350 kW-Einheiten
1	1 C 1	Verschiebelokomotive	500	500	16	40–50			
2	1 C 1	Vorortzüge Leichte Personenzüge	700 350	700 700	18	70			
3	1 C 1	Normale Personen- und Schnellzüge Leichte Güterzüge	500	1000	18,5	90 65			
4	1 D 1	Schwere Personen- und Schnellzüge	700	1400	18,5	100			
		Schwere Flachlandgüterzüge				65			
	1 A_4 1	Schwere Flachlandgüterzüge	350	1400	18,5	65			
5	2 B B 2 2 A_4 2	Schwerste Schnell- und Personenzüge	500	2000	20	90–110			
6	1 C + C 1	Schwere Gebirgsgüterzüge Massengüterzüge	500	2000	20	65			

Zeichenerklärung:

8 = querverschiebbar in den Achsbuchsen

↶ = radial einstellbare Achse

↕ = querverschiebbar mit den Achsbuchsen

Bild 31. Reihenentwicklung für elektrische Lokomotiven.

Digitized by Google

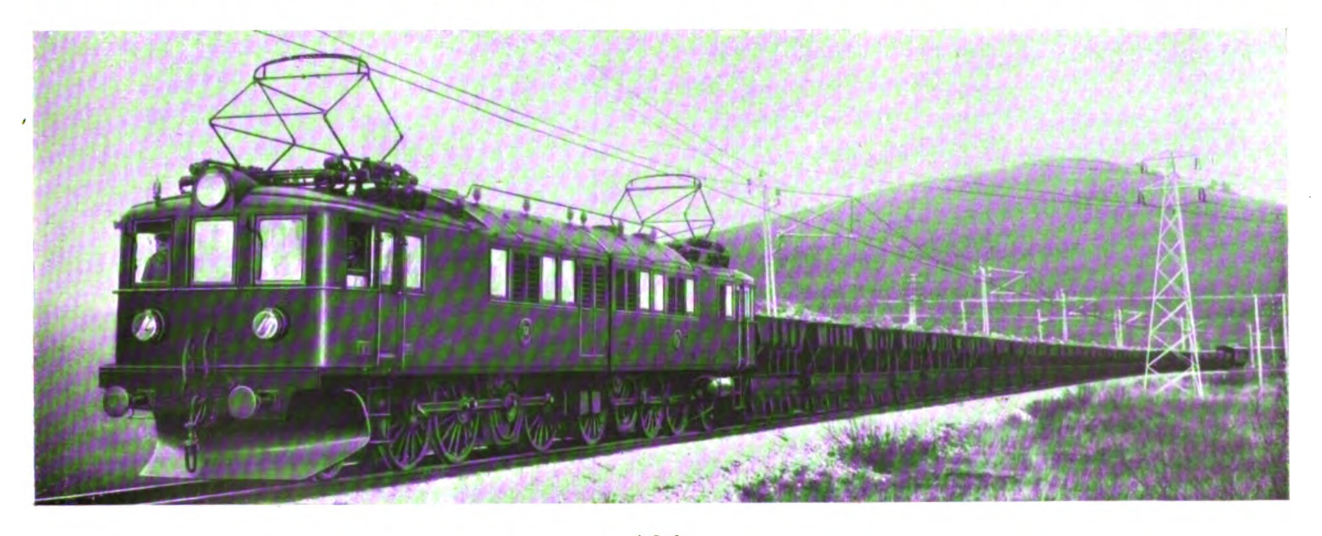
500 kW zu unterteilen. Mit diesen Einheiten nebst zugehörigen Schaltausrüstungen könnten sämtliche Lokomotivgruppen, wie sie der Vollbahnbetrieb erfordert, ausgerüstet werden. Hierdurch würde weitestgehende Vereinheitlichung der elektrischen Ausrüstung: Motor, Umspanner und Schaltausrüstung ermöglicht werden, und es würden damit erhebliche Vorteile sowohl für die Herstellung als auch für den Betrieb gewonnen werden. Man sollte ferner die Aufgabe nicht von der Seite angreifen, daß man für bestimmte Züge bestimmte Leistungen vorschreibt, sondern umgekehrt. Man muß die Lokomotiven mit bestimmten Leistungen bauen und diese Leistungen dann durch Bildung entsprechender Züge voll ausnutzen. Mit den genannten Einheitsleistungen lassen sich Lokomotiven herstellen von 500 kW, 1000 kW, 1500 kW und 2000 kW. Sollten diese Sprünge noch als zu groß erscheinen, so könnte man noch einen zweiten Satz elektrischer Ausrüstungen schaffen, der vielleicht die 1,4 fache Größe, also 700 kW Einheit für den Motor haben könnte. Dann würde man die Möglichkeit einer Unterteilung der Lokomotivleistungen haben, die zweifellos auch den weitestgehenden Betriebsansprüchen gerecht zu werden vermag. Die hieraus sich ergebende Reihe für motorische Leistungen von Lokomotiven würde sich wie folgt gestalten:

250 kW, 350 kW, 500 kW, 700 kW, 1000 kW, 1400 kW und 2000 kW (2800 kW).

Die Leistungen von 250 kW und 350 kW würden für Tatzenlagermotoren in Frage kommen. Als Einzellokomotivleistungen würden sie aber zu gering sein, sie können deshalb als solche ausscheiden. Als Vielfaches würden sie sich durchaus den jetzt bereits als zweckmäßig erkannten Lokomotivleistungen anpassen (z. B. 720 kW-Dauerleistung für 1C1- und 1440 kW-Dauerleistung für 2BB2- und CC-Reichsbahnlokomotiven). Bei Festsetzung dieser Einzelleistungen ist es gleichgültig, ob sie für Gleichstrom, Wechselstrom oder Drehstrom Verwendung finden sollen.

Alles, was bisher auf dem Gebiete der Ausbildung des mechanischen Teiles und der elektrischen Ausrüstung elektrischer Lokomotiven an Arbeit geleistet worden ist, treibt unbedingt zu einer Entwicklung in Richtung der Vereinheitlichung der Leistungen und der Gestaltung elektrischer Vollbahnlokomotiven. Es dient nicht der Förderung der elektrischen Betriebsform, daß immer wieder von neuem umfangreiche Berechnungs- und Konstruktionsarbeiten geleistet und für den Betrieb neuartige Einrichtungen geschaffen werden. Viel wichtiger ist es, die Bauform der elektrischen Lokomotiven in der erwähnten oder wenigstens in einer ähnlichen Richtung festzulegen und dann die Einzelheiten so weit einheitlich durchzubilden, bis man erreicht, daß eine fertig montierte Lokomotive auf die Schienen gesetzt und sofort in Betrieb genommen werden kann. Das ist sowohl für den Hersteller als auch für den Empfänger von allergrößtem Vorteil und vermindert die Kosten sowohl der Herstellung als auch für den Betrieb.

Zum Schluß möchte ich noch einen Überblick der mit 500 bzw. 700 kW Einheitsleistung zu bildenden Lokomotivbauformen geben (Bild 31).



Digitized by Google

Die Siemens-Werke auf der Eisenbahntechnischen Ausstellung

Die groß angelegte eisenbahntechnische Tagung, die in der zweiten Hälfte September d. J. vom Verein deutscher Ingenieure in enger Verbindung mit der Deutschen Reichsbahn in Berlin abgehalten worden ist, hat der Erörterung wichtiger technischer Fragen im Eisenbahnwesen gedient. Über Massenbeförderung, Oberbaugestaltung, Brücken- und Tunnelbau, Kugel- und Gleitlager, Typisierung und Austauschbau, Lokomotiven- und Waggonbau, Verschiebe- und Gefällebahnhöfe, sowie die Bahnhoffernmeldeanlagen, Signalwesen und über die Elektrisierung der Vollbahnen wurden Vorträge gehalten, die vornehmlich auf die Steigerung der Wirtschaftlichkeit im Eisenbahnwesen gerichtet waren. Außer diesen Vorträgen und Berichten, die von namhaften Fachleuten des In- und Auslandes gehalten worden sind, hat der Arbeitsausschuß der Technischen Hochschule, Charlottenburg, eine bemerkenswerte Ausstellung von Plänen, Entwürfen und Modellen aus vielen Gebieten des Eisenbahnwesens unter besonders starker Betonung des weiteren Entwicklungsganges und der Problemstellung veranstaltet.

Auf einer zweiten Ausstellung, die auf dem großen Rangierbahnhof in Seddin (Strecke Wannsee—Belzig) veranstaltet worden ist, waren etwa 150 Personen- und Güterwagen mit verschiedenen Spurweiten, insbesondere die mannigfachen Formen der Großraum-Güterwagen und Schnellentlader sowie 120 Lokomotiven verschiedener Art mit und ohne Feuerverwendung ausgestellt. Spezialwerkzeugmaschinen für die Zwecke der Eisenbahnwerkstätten sowie Stellwerk- und Signalanlagen, ferner Schaltanlagen, Bahnmotoren und eine große Anzahl elektrisch betriebener Fahrzeuge für den Betrieb mit oder ohne Fahrleitung waren in Seddin zu sehen. Die im Freien aufgestellten Fahrzeuge haben allein eine Länge von ungefähr 8 km Gleise beansprucht, während die anderen Ausstellungsgegenstände in einer großen Halle untergebracht waren.

Die in Seddin von den Siemens-Werken ausgestellten Anlagen, Apparate und Fahrbetriebsmittel werden nachstehend beschrieben:

I. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H.

Von Oberingenieur Winkler.

Für den Antrieb einer Reihe von Werkzeugmaschinen und Kranmotoren, ferner zum Laden der Akkumulatoren von Elektrokarren sowie von Akkumulatorentriebwagen und -Lokomotiven wurde Gleichstrom verschiedener Spannung benötigt. Da auf dem Bahnhof Seddin Gleichstrom nicht zur Verfügung stand, mußte der vom Elektrizitätswerk Potsdam gelieferte Drehstrom von 10000 V, 50 Per., in Gleichstrom der gewünschten Spannungen umgeformt werden. Die SSW entschlossen sich daher, eine Gleichrichteranlage in der großen Ausstellungshalle aufzustellen und den benötigten Gleichstrom während der Dauer der Ausstellung abzugeben.

Die Gleichrichteranlage bestand wie aus Bild 1 zu ersehen ist, aus drei Gleichrichtergruppen. Die Gruppe I wurde aus einem Großgleichrichtergefäß Bauart VD 1002 (Bild 2) mit Haupttransformator und Schaltanlage gebildet. Diese Gruppe lieferte Gleichstrom von 220 V für Motoren zum Antrieb von Werkzeugmaschinen und Kranen. Das Gefäß VD 1002 kann dauernd bis zu 1000 A belastet werden. Die Gleichrichtergruppe II bestand aus drei Anlageteilen:

1. einer Quecksilberdampf-Glasgleichrichteranlage VDA 150/2 (Bild 3). Sie diente zur Umformung von Drehstrom 10000 V in Gleichstrom regelbar zwischen 350 bis 465 V, zum Laden von Triebwagen- und Lokomotivbatterien mit etwa 300 A. Zwei Schränke mit je einem Glasgleichrichterkolben nebeneinander, mit gemeinsamem Haupttransformator und hochspannungsseitiger Schaltanlage,
2. zwei kleinen Glasgleichrichtern (Bild 4.), zur Umformung von Drehstrom von 220 bis 380 V, der der Unterspannungsseite des Transformators der Gruppe I entnommen wurde, in Gleichstrom, regelbar durch Drosselspulen zwischen 80 bis 110 V. Zum selbsttätigen Laden von Elektrokarren-Batterien mit etwa 26 A,
3. zwei kleinen Glasgleichrichtern wie vorstehend, jedoch in tragbarer Ausführung.

Digitized by Google

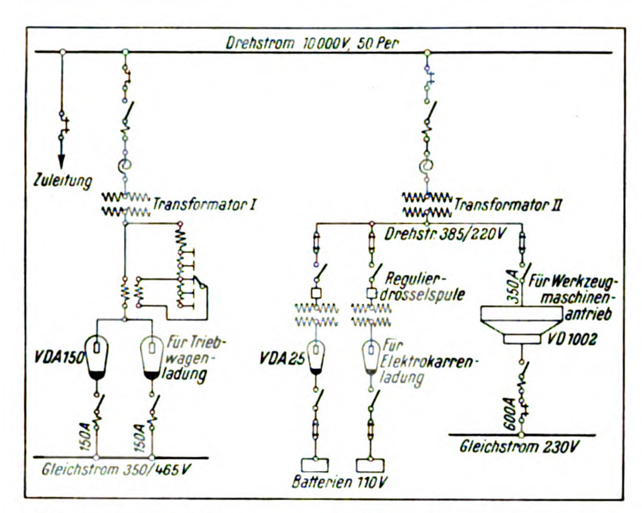


Bild 1. Schaltbild der gesamten Gleichrichteranlage in der Ausstellung Seddin.

Diese ganze Gleichrichteranlage hat den schweren Bedingungen des Ausstellungsbetriebes durchaus entsprochen.

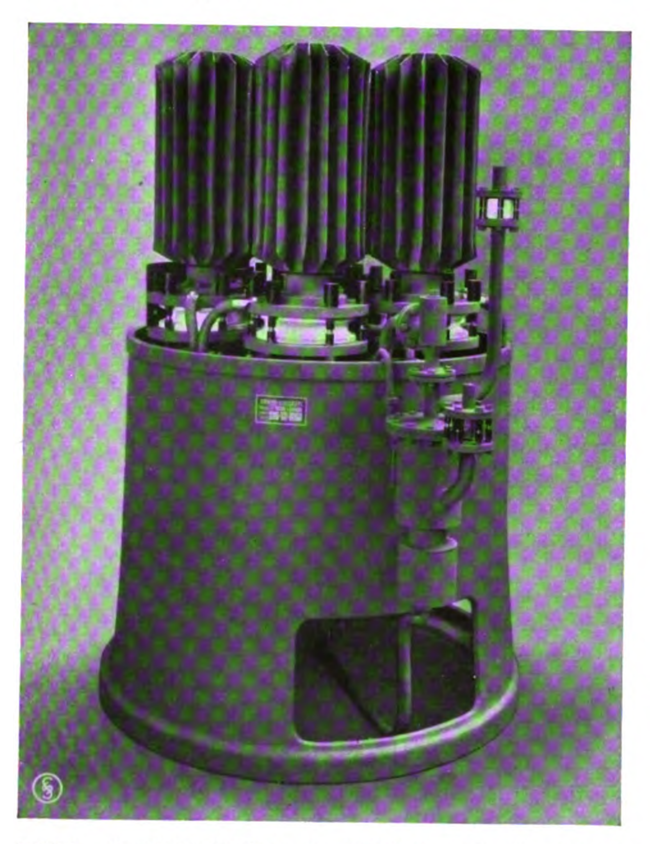


Bild 2. Großgleichrichter der SSW, Bauart VD 1002 für 220 V, 1000 A.

Von den mit Akkumulatoren betriebenen Fahrzeugen ist eine Verschiebelokomotive zu erwähnen, die von den SSW entworfen und ausgeführt wurde und deren mechanischer Teil vom Eisenwerk Gustav Trelenberg, Breslau, gebaut und ausgestellt worden ist. Sie dient hauptsächlich zum Verschieben von Güterwagen innerhalb von großen Werken, aber auch zum Abholen und Zuführen von Güterwagen der Werke von und zu den Bahnhöfen der Vollbahnen. Solche Akkumulatorenlokomotiven (Bild 5) werden in Werken bevorzugt, in denen wegen Hindernissen, wie Krane, Rohrleitungen u. dgl. die Anbringung einer Fahrleitung nicht möglich ist, aber auch dort, wo auf einer sehr verzweigten Gleisanlage ein schwacher Betrieb die Anschaffung einer Oberleitung nicht rechtfertigt. Außerdem kommen Akkumulatorenlokomotiven dort zur Verwendung, wo in unmittelbarer Nähe der Gleise feuergefährliche und Sprengstoffe lagern, die durch etwa abfallende Funken entzündet werden

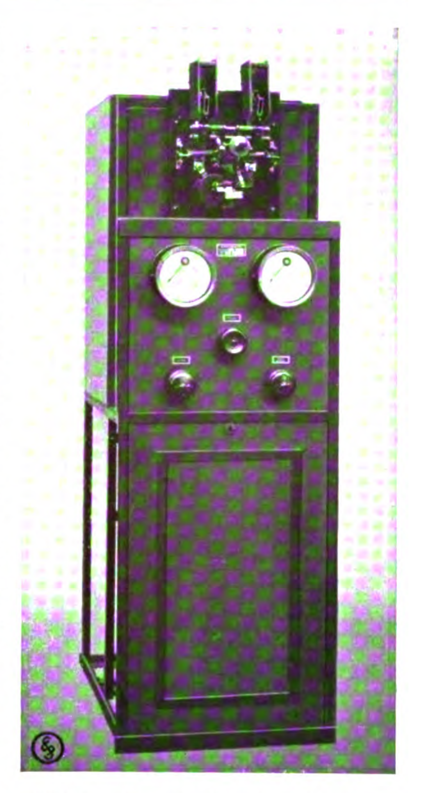


Bild 3. Quecksilberdampf-Gleichrichter der SSW, Bauart VDA 150/2, zum Laden von Triebwagen und Lokomotivbatterien.

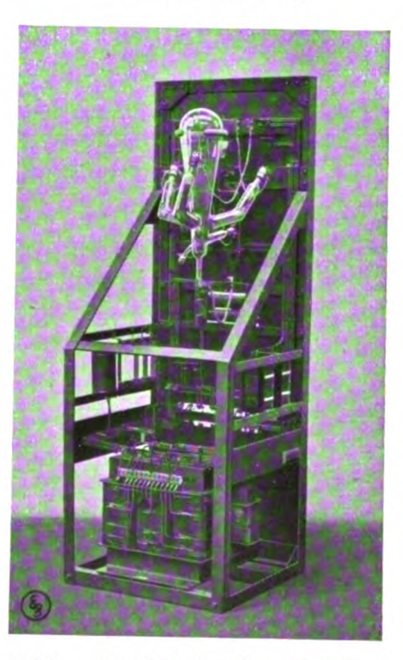


Bild 4. Gleichrichter der SSW, Bauart VDA 25 zum selbsttätigen Laden von Elektrokarrenbatterien.

Digitized by Google

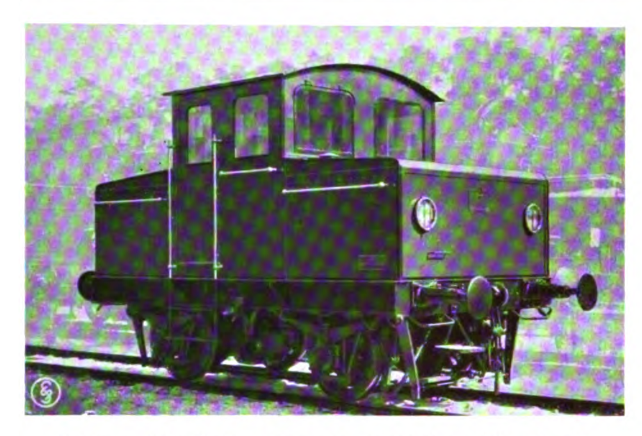


Bild 5. Mit Akkumulatoren betriebene Verschiebelokomotive.

könnten. Schließlich findet diese Art von Werklokomotiven auch dort Verwendung, wo die zur Verfügung stehende Stromerzeugungsanlage während der Betriebsstunden zum direkten Betrieb einer elektrischen Oberleitungslokomotive nicht ausreicht, dagegen vor Beginn oder nach Schluß des Betriebes genügend Strom für die Ladung einer Akkumulatorenbatterie zur Verfügung steht. Die elektrische Lokomotive benötigt nur einen Mann zu ihrer Bedienung und sie weist gegenüber den Dampflokomotiven den Vorteil sofortiger Betriebsbereitschaft ohne Anheizen auf.

Sie ist mit den bei der Reichsbahn gebräuchlichen federnden Zug- und Stoßvorrichtungen versehen.

Ihre allgemeinen Hauptangaben sind:

Dienstgewicht = Reibungsgewicht	18 000 kg
Länge über Puffer	6 000 mm
Breite	2 750 mm
Höhe über SO	3 400 mm
Sie ist mit Sandstreuer und Tretglocke, Handspindelbremse und elektrischer Bremse ausgerüstet.	
Zugkraft am Laufradumfang	1 500 kg
" " " bei 70 v. H. Überlastung der Motoren für zwei Minuten	2 500 kg
Geschwindigkeit bei 145 V	6 km/h
Batterie 80 Zellen IV/J 150 bei einstündiger Entladung	222 A/h
Ladestrom	108 A
Ladespannung	168/220 V
bei einer Entladespannung	145 V
Entladestrom	222 A
Zwei gekapselte Gleichstrom-Hauptstrommotoren zusammen	34 PS

Die Motoren werden in Serien- und Parallelschaltung von einem Fahrschalter aus geregelt, der sowohl für Vor- und Rückwärtsfahrt mit beiden Motoren, als auch mit einem Motor allein eingerichtet ist.

Die Ladedose für die Akkumulatorenbatterie befindet sich unterhalb des Führerhauses am Rahmen. Die Akkumulatoren sind von der Akkumulatorenfabrik A. G. geliefert. Sie bleiben auch während der Ladung in der Lokomotive. Ein Umschalter auf der Lokomotive dient zur Einstellung auf Entladung und Ladung. Im Führerhaus angebrachte Strom- und Spannungszeiger gestatten dem Führer jederzeit die Prüfung der für die Belastung der Lokomotiveinrichtung zulässigen Werte. Der Stromzeiger hat eine doppelseitige Skala mit Nullpunkt in der Mitte, um je nach Stellung des Batterieumschalters die Ladestromstärke und die Entladestromstärke ablesen zu können.

Der Rangierbetrieb auf größeren Bahnhöfen wurde lange Zeit derart abgewickelt, daß der Führer der Verschiebelokomotive vom Stellwerk aus oder von dem Rangiermeister durch Zuruf oder Winkzeichen zur Ausführung der erforderlichen Rangierbewegungen verständigt wurde. Man hat auch versucht, dem Lokomotivführer die Befehle durch akustische Signale, die in bestimmten Abständen im Rangiergebiet verteilt sind, zu übermitteln. Weiter sind auch mit Erfolg Zeigersignale zur Anwendung gekommen, die vom Stellwerk aus bedient werden und nach deren jeweiliger Zeigerstellung die Verschiebelokomotive ihre Fahrbewegung auszuführen hat.

Alle diese Befehlsübermittlungen haben mehr oder weniger den Nachteil, daß sie unter bestimmten Bedingungen, insbesondere bei Nacht oder bei Sturm und Nebel, nicht ausreichen, die Befehle sicher und unzweideutig zu übermitteln.

Die Siemens & Halske A.-G. baut seit einigen Jahren eine gemeinsam mit der Eisenbahnverwaltung durchgebildete Rangiersignalanlage, die unabhängig von allen hindernden Einflüssen eine durchaus sichere und rasche Befehlsübermittlung an den Lokomotivführer gewährleistet. Gegenüber den übrigen bisher angewendeten Einrichtungen wird eine erhebliche Zeitersparnis in der Abwicklung des Rangierverkehrs erzielt.

Digitized by Google

Die Anlage besteht im wesentlichen

a) aus der Stromquelle (Batterie oder Starkstromnetz),
b) aus einer Leitung (Bild 6), die ähnlich wie die Fahrleitungen von Straßenbahnen über die in Frage kommenden Gleise verlegt werden,
c) aus dem Sendeapparat, der sich im Stellwerk oder im Rangierposten befindet,
d) aus dem Schleifbügel (Bild 7), der am Pufferbalken der Verschiebelokomotive angebracht ist und durch den der Signalstrom von der Leitung auf die Lokomotive übertragen wird,
e) aus dem Wecker, der im Führerstand der Verschiebelokomotive untergebracht ist und durch den in Anlehnung an das Morsealphabet dem Lokomotivführer die jeweils erforderlichen Befehle übermittelt werden,
f) aus dem Kontrollapparat, der erkennen läßt, ob die Signale auch richtig übertragen worden sind.

Eine derartige Anlage konnte in Seddin von den Besuchern der Ausstellung besichtigt werden.

Außer der vorgenannten Werklokomotive war eine mit Akkumulatoren betriebene Grubenlokomotive, von der Akkumulatorenfabrik A.-G., Berlin, ausgestellt. Die elektrische Ausrüstung dieser Lokomotive ist ebenfalls von SSW ausgeführt worden. Solche Akkumulatoren-Grubenlokomotiven dienen zur Beförderung des in der Grube gewonnenen Materials zum Schacht und auch zur Beförderung der Belegschaft auf Strecken, in denen ein Oberleitungsdraht nicht angebracht werden kann. Diese vierachsige Schmalspurlokomotive ist mit abrollbaren Batteriebehältern versehen; schmal und niedrig, eignet sie sich zur Verwendung in engen Stollen, in denen gleichzeitig große Leistungen verlangt werden. Das Lokomotivgewicht ist auf eine größere Länge verteilt, um die Maschine auch auf verhältnismäßig schwachen Schienen und wenig festem Untergrund benutzen zu können. Gleiskrümmungen von 10 m Halbmesser können noch mit einer Geschwindigkeit von 11 km/h befahren werden. Hervorzuheben ist der Antrieb sämtlicher vier Achsen durch einen SSW-Motor vermittels Cardanwelle und Schneckengetriebe. Führersitz und Motor (Bild 8) hängen federnd zwischen den beiden Fahrgestellen, die die Batteriekasten tragen. Mittels einer einfachen Abrollvorrichtung können die entladenen Batterien gegen vollgeladene ausgewechselt werden. Die Lokomotive ist dadurch auch für Dauerbetrieb vorzüglich verwendbar.

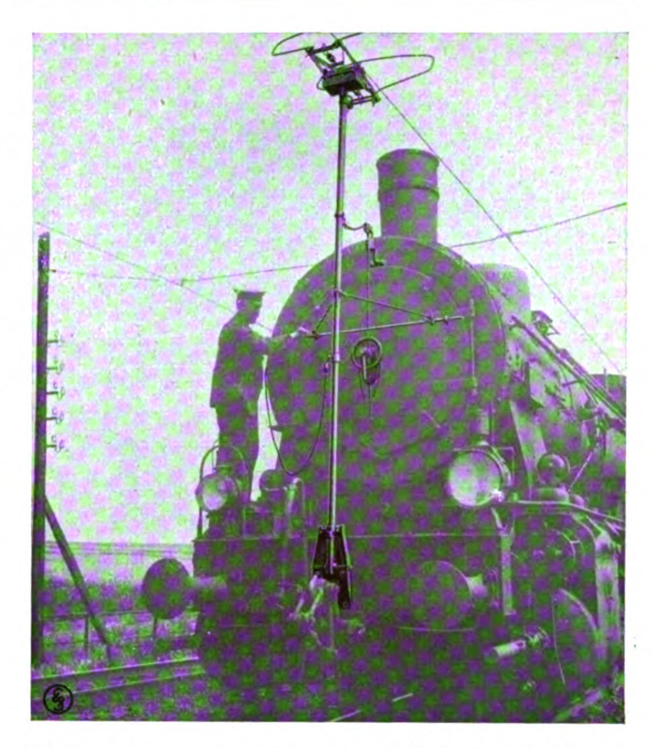


Bild 7. Bügelstromabnehmer für Befehlsübermittlung an einer Dampfverschiebelokomotive.

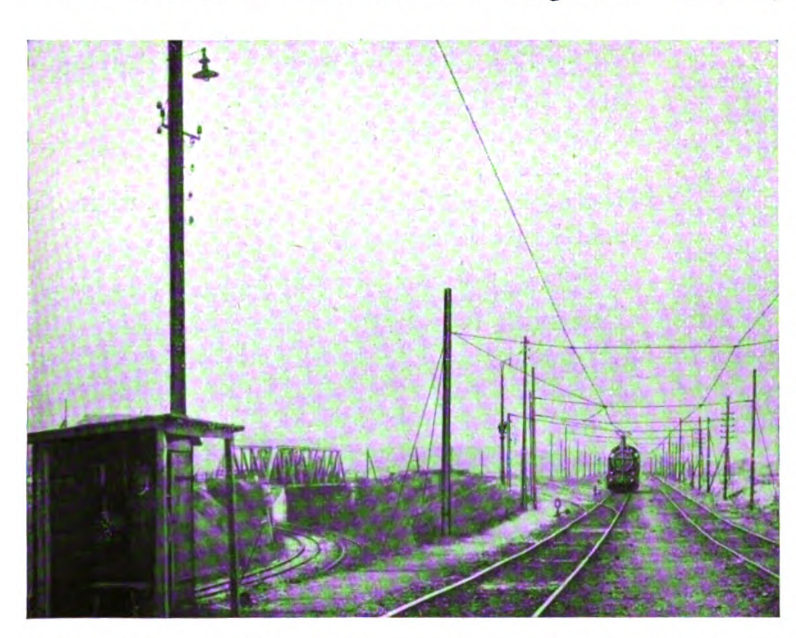


Bild 6. Leitungen für Befehlsübermittlung auf einem Ablaufberg.

Digitized by Google

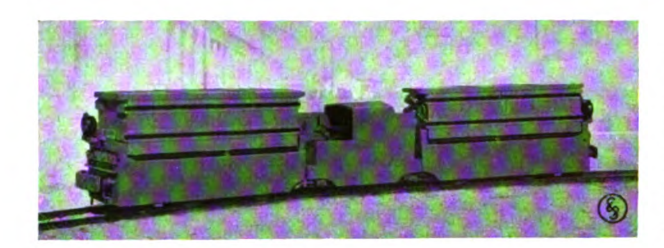


Bild 8. Akkumulatoren-Grubenlokomotive.

Die Hauptangaben dieser Lokomotive sind:

Gesamtlänge	7 600 mm
Breite	860 mm
Radstand	1 000 mm
Dauerleistung des Motors bei 110 V	23 kW
Batterie 60 Elemente in beiden Behältern zus. bei dreistündiger Entladung	36 kW/h
Dienstgewicht	10 800 kg
Stundenzugkraft bei 10 m/s Geschwindigkeit	1 000 kg
Arbeitsvermögen mit einer Batterieladung	1 100 Bruttotonnen/km
Spurweite	600 mm

In denselben Rahmen passen Radsätze für 500 bis 700 mm Spur.

Solche Akkumulatorenlokomotiven werden verwendet in Kohlen-, Erz- und Kalibergwerken, in Ton-, Sand- und Steingruben, sowie für Moor- und Torftransporte.

Für den Verkehr auf der 18 km langen Strecke zwischen Wannsee und Seddin war während der Ausstellungstage ein Pendelverkehr mit verschiedenen Triebwagen eingerichtet, um bei großem Ansturm von Ausstellungsbesuchern die normalen fahrplanmäßigen Personenzüge zu entlasten und die Anzahl der Fahrgelegenheiten zu vergrößern. Unter diesen Triebwagen fiel ein Akkumulatorentriebwagen der Privatbahn Ilsede—Peine (Bild 9) auf, der sich durch Geräusch- und Geruchlosigkeit und besonders ruhiges Fahren auszeichnete. Die Batterie war, nicht wie bei den bekannten Doppeltriebwagen der Reichsbahn in Vorbauten, sondern unter den Sitzbänken untergebracht, eine Aufstellung, die sich sehr gut bewährt haben soll und es ermöglicht, die Speichertriebwagen leichter zu bauen.

Der mechanische Teil des Wagens stammt von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg und die elektrische Ausrüstung von den SSW.

Aussteller war die Akkumulatoren-Fabrik A.G. Berlin, welche die Batterie dazu geliefert hat. Sie teilt mit: „Der tadellose Zustand der Inneneinrichtung dieses, im Jahre 1921 in Betrieb genommenen, sowie auch zweier anderer, seit 1907 bzw. 1901 benutzten Wagen, beweist, daß auch bei dieser Aufstellung der Batterie das Innere der Wagen in keiner Weise durch Säuredämpfe angegriffen wird, zumal diese, wie bekannt, nur bei Ladung der Batterie auftreten und durch eigene Lüftungseinrichtungen nach außen abgeleitet werden."

Die Hauptangaben sind folgende:

1 Abteil 2. Klasse mit 8 Sitzplätzen,
1 " 3. " " 49 "
2 an den Enden befindliche Führerstände mit 16 Stehplätzen,

Radstand in jedem Drehgestell	2500 mm
Drehzapfenentfernung beider Drehgestelle	6500 mm
Spurweite	1435 mm
Handbremse und Luftdruckbremse als Gebrauchsbremse und elektrische Kurzschlußbremse als Gefahrbremse,	
Dienstgewicht	38 t
Kapazität der Batterie (dreistündige Entladung)	75 kW/h
Fahrbereich, ohne Anhänger	110 km
Motorische Ausrüstung, 2 SSW-Motoren von je 35 PS Stundenleistung bei 250 V,	
Höchstgeschwindigkeit	45 km/h
Elektrische Beleuchtung.	

Der Wagenkasten ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen, von denen eines als Triebgestell das andere als Laufdrehgestell ausgebildet ist. Die beiden Motoren sind in dem auf der Seite der dritten Wagenklasse befindlichen Triebdrehgestell eingebaut. Die Motoren werden durch SSW-Fahrschalter gesteuert, die auch mit Kurzschlußbremse eingerichtet sind. Die elektrische Wagenausrüstung ist von der Batterie vollständig abschaltbar. Der zum Betrieb der Wagen erforderliche Strom wird einer aus 144 Zellen bestehenden Batterie mit einer Kapazität von 283 A/h bei dreistündiger Entladung entnommen. Die Elemente sind in Hartgummigefäßen untergebracht und in Gruppen von je 5 bzw. 6 oder

Digitized by Google

7 Stück in säurebeständig ausgekleideten Trögen unter den Sitzbänken angeordnet.

Während der Ausstellungstage wurde die Batterie in Betriebspausen aus der von den SSW eingerichteten Gleichrichterstation geladen.

Ein anderer Speichertriebwagen war von den SSW im Einvernehmen mit der Deutschen Reichsbahn in Seddin ausgestellt.



Bild 10. Akkumulatoren-Doppeltriebwagen der Deutschen Reichsbahn (Fahrbereich 250 km).

Solche Doppeltriebwagen (Bild 10) stehen bei der Deutschen Reichsbahn seit vielen Jahren und in großer Anzahl in Betrieb. Sie bestehen aus zwei kurzgekuppelten, dreiachsigen, regelspurigen Wagen mit je einem Vorbau zur Aufnahme der Batterie und dienen als Zubringer von kleineren Haltestellen zu solchen Stationen, an denen die Schnell- und die D-Züge halten; sie werden aber auch zur Ausfüllung von Lücken im Fahrplan verwendet, wenn das Verkehrsbedürfnis Vollzüge nicht rechtfertigt, und ferner leisten sie vorzügliche Dienste zur Förderung des Nah- und Vorortverkehrs in verkehrsschwachen Betriebsstunden.

Die weiteren Kennzeichen des Speichertriebwagens sind außer der Betriebsbereitschaft und der Einfachheit seiner Bedienung hohe Wirtschaftlichkeit, die Möglichkeit kürzester Wendezeiten auf Endstationen und Kopfbahnhöfen, Entlastung der Bahnhöfe von Verschiebefahrten,

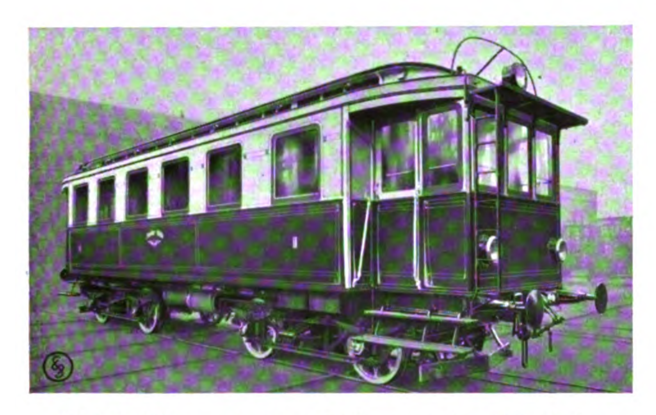


Bild 9. Akkumulatoren-Triebwagen der Privatbahn Peine—Ilsede.

da weder Wenden noch Umsetzen von Lokomotiven erforderlich ist. Führung des Wagens nur durch einen Mann.

Bemerkenswert an den ausgestellten Wagen ist die Leistungsfähigkeit der von der Akkumulatoren-Fabrik A.G. gelieferten Batterie. Während diese Wagen bisher einen Fahrbereich von 180 km hatten, ermöglichen die neuen Batterien der Doppeltriebwagen einen Fahrbereich von 250 km mit einer Ladung, wobei das Gewicht des Speichers noch leichter ist als bei den bisher verwendeten Akkumulatorenbatterien. Da die tägliche Fahrleistung eines Wagens wohl kaum 250 km übersteigen dürfte, ist man in den Stand gesetzt, die Ladung in die betriebsschwachen Nachtstunden zu legen, so daß die Fahrplanbildung durch die Aufladung nicht mehr beeinträchtigt wird. Die Speichertriebwagen haben dadurch eine ständige Betriebsbereitschaft erlangt, und die Gebundenheit an eine Ladestation tritt bei dem nunmehrigen großen Fahrbereich praktisch kaum noch in Erscheinung.

Die Hauptabmessungen und Leistungsangaben sind folgende: Fahrbereich 250 km, Fassungsraum 108 Personen, Gesamtbaulänge 26000 mm. Zwei Gleichstromhauptstrommotoren der SSW, je 85 PS, 300 V Betriebsspannung, Höchstgeschwindigkeit 60 km/h, Masseplattenbatterie mit 351 kW/h.

In dem Mittelraum ist je ein Abteil für Post und Gepäck abtrennbar. Diese Speichertriebwagen sind mit Hand- und Luftdruckbremse Knorr, mit Motorkompressor ausgerüstet und elektrisch beleuchtet.

Zwei Abraumlokomotiven für Oberleitungsbetrieb wurden von den Lokomotivfabriken A. Borsig G.m.b.H., Tegel b. Berlin, und von Henschel & Sohn, Cassel, gezeigt. Die erstere der beiden ist von den SSW für 600 V Gleichstrom, die letztere ebenfalls von den SSW für 1200 V Gleichstrom ausgerüstet worden. Solche Abraumlokomotiven werden auf Braunkohlen-

Digitized by Google

werken und anderen Tagbauten in Verbindung mit den Baggern verwendet, um große Erdmassen schnell zu verfahren. Diese Lokomotiven sind sehr schmal und niedrig gebaut, um das enge Profil des Baggertores (Bild 11) durchfahren zu können. Um die hohen Zugkräfte unterzubringen, müssen die Abraumlokomotiven große Längenabmessungen erhalten. Der in der Mitte angeordnete Führerstand ist versenkt angeordnet.

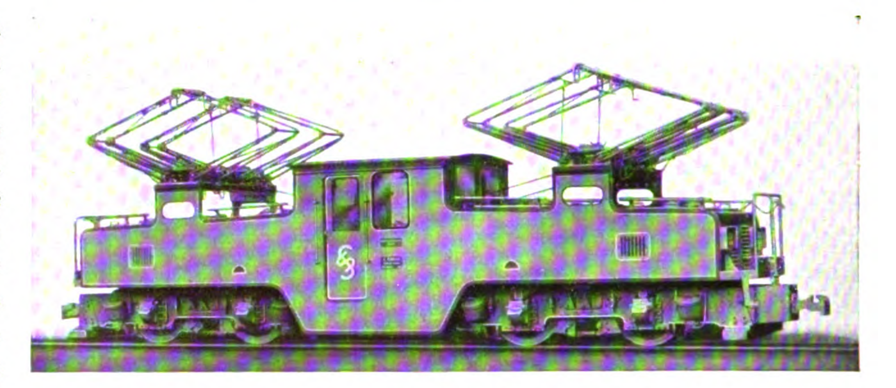


Bild 12. Abraumlokomotive für 600 V-Gleichstrombetrieb.

Der mechanische Teil der beiden Lokomotiven ist grundsätzlich gleich ausgeführt. Die Hauptangaben sind:

Rahmenwangen aus einem Stück hergestellt,
Seitliche Abfederung des ganzen Rahmens,
8 Klotzluftdruckbremsen und Handspindelbremse
Luftdrucksandstreuer,

Spurweite	900 mm
Radstand jedes Drehgestelles	1 600 mm
Drehgestelle, zweiachsig	2
Größte Höhe über S. O.	2 400 mm
Größte Breite Dach	2 200 mm
Größte Breite Rahmen	2 050 mm
Raddurchmesser	900 mm
Dienstgewicht	46 000 kg
Zugkraft bei der Stundenleistung der Motoren	8 800 kg
Größte Zugkraft am Radumfang . .	15 000 kg
Geschwindigkeit bei Motorstundenleistung	14 km/h



Bild 11. Abraumlokomotive unter einem Bagger.

Unterschiede weisen die beiden Lokomotiven auf in der Länge über Puffer.

Sie ist bei der 600 V-Lokomotive 11 400 mm
bei der 1200 V-Lokomotive . . . . . 11 100 mm

Auch der Abstand der Drehzapfen ist bei den beiden Lokomotiven verschieden. Er beträgt:
bei der 600 V-Lokomotive . . . . . 5 600 mm
bei der 1200 V-Lokomotive . . . . . 5 500 mm

Obwohl die Leistung der beiden Lokomotiven dieselbe ist, wurde der elektrische Teil von den SSW verschieden ausgeführt.

Die 600 V-Lokomotive (Bild 12) trägt auf besonderen, über den seitlichen Vorbauten angebrachten Brücken je 2 Scherenstromabnehmer mit Walzen. Für den Antrieb der Lokomotive dienen 4 vollständig gekapselte SSW-Hauptstrom-Bahnmotoren Type Dc 1201a mit Rollenlagern als Ankerlager. Diese leisten bei 600 V Gleichstrom je 120 PS. Je zwei solcher Motoren sind in normaler Weise in einem Drehgestell eingebaut. Die 4 Motoren können (Bild 13) mit dem im Führerstand angebrachten Fahrschalter entweder hintereinander oder in zwei Gruppen parallel geschaltet werden.

Außerdem gehört zu ihrer Ausrüstung:

1 Fahrschalter mit 2 Hauptwalzen, 1 Höchststromschalter, 11 Gitterwiderstände aus Gußeisen, 1 elektr. angetriebener Luftpresser für Bremse und Sandstreuer, 1 selbsttätiger Pumpenschalter für 5 bis 7 at. Außer der elektr. Heizung des Führerstandes ist diese Lokomotive mit der üblichen elektr. Innen- und Außenbeleuchtung versehen.

Bei der 1200 V-Lokomotive liegen je 2 Motoren dauernd in Reihe (Bild 14). Sie ist auf Wunsch des Bestellers mit 2, über den seitlichen Vorbauten angebrachten großen Scherenstromabnehmern für die freie Strecke und rechts und links von diesem mit den 2 kleinen normalen Scheren-

Digitized by Google

stromabnehmern ausgerüstet, um den Strom von der $2^1/_2$ m über SO verlegten Fahrleitung unter dem Bagger abzunehmen (Bild 15).

Die 1200 V-Abraumlokomotive enthält außerdem:

1 Fahrschalter mit von diesem elektr. gesteuertem Schütz, das den Funkenabriß übernimmt (D. R. P.), 1 Überlastungsrelais, das bei Überlastung das Schütz ausschaltet, 1 Höchststromschalter, 12 Gitterwiderstände, 1 elektr. angetriebener Luftpresser für Bremse und Sandstreuer und 1 Pumpenschalter wie oben; auch die Heizung und Beleuchtung ist wie bei der 600 V-Lokomotive ausgeführt.

Die SSW haben bisher 160 solcher Abraumlokomotiven für Braunkohlengruben, Tunnel- und Kanalbauten sowie für Sandtransport geliefert.

Bei einer weiteren Wanderung auf dem großen Ausstellungsgelände in Seddin fiel eine von den SSW errichtete Vollbahnfahrleitungsstrecke auf.

Mit der Entwicklung des elektrischen Vollbahnbetriebes mußte die Durchbildung der Fahrleitungsanlagen Hand in Hand gehen. Die bei Straßenbahnen übliche einfache Aufhängung des Fahrdrahtes in Abständen von 30 bis 35 m reicht für die höheren Geschwindigkeiten bei Überland- und Vollbahnen nicht mehr aus. Durch Einführung der Kettenfahrleitungen wurde auf dem Gebiete der Stromzuführung eine wirtschaftlich einwandfreie Lösung gefunden, die auch den hohen Anforderungen der Vollbahnen genügt.

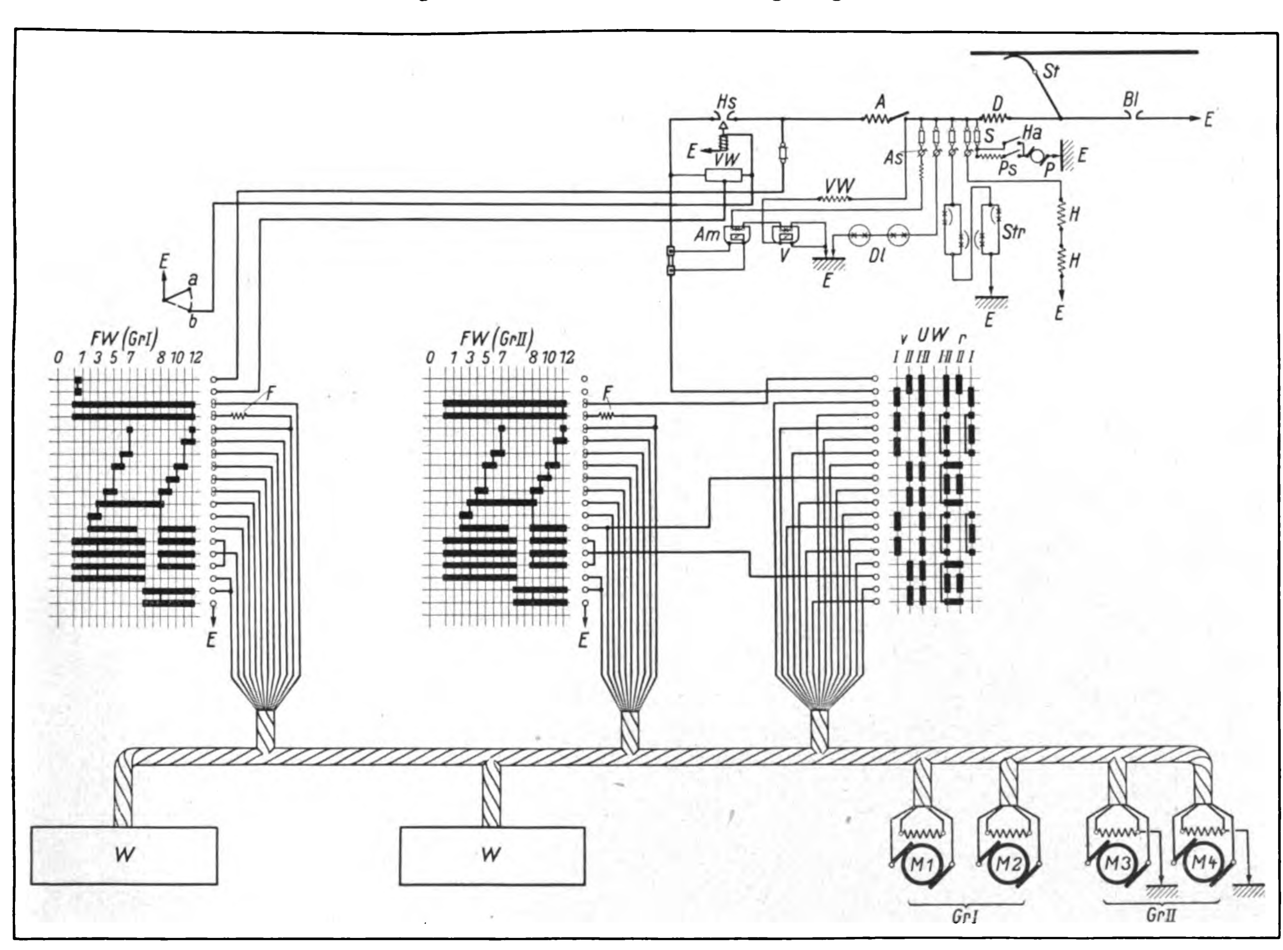


Bild 13. Schaltbild einer Abraumlokomotive für 600 V Gleichstrom.

A = Selbsttätiger und Handausschalter
Am = Amperemeter
As = Ausschalter
Bl = Blitzableiter
D = Drosselspule
Dl = Deckenlampen
E = Erde

F = Funkenlöscherspule
FW = Fahrwalze
Uw = Umschaltwalze
Gr. I = Motor 1 und 2
Gr. II = Motor 3 und 4
H = Heizkörper
Ha = Handausschalter
Hs = Hilfsschalter

M 1—4 = Motoren
P = Pumpenmotor
Ps = Selbsttätiger Pumpenschalter
S = Sicherung
St = Stromabnehmer
Str = Streckenlampen
V = Voltmeter

VW = Vorschaltwiderstand
W = Widerstände
a = Stellung beim Einschalten
b = Stellung beim Ausschalten
v = vorwärts
r = rückwärts

Digitized by Google

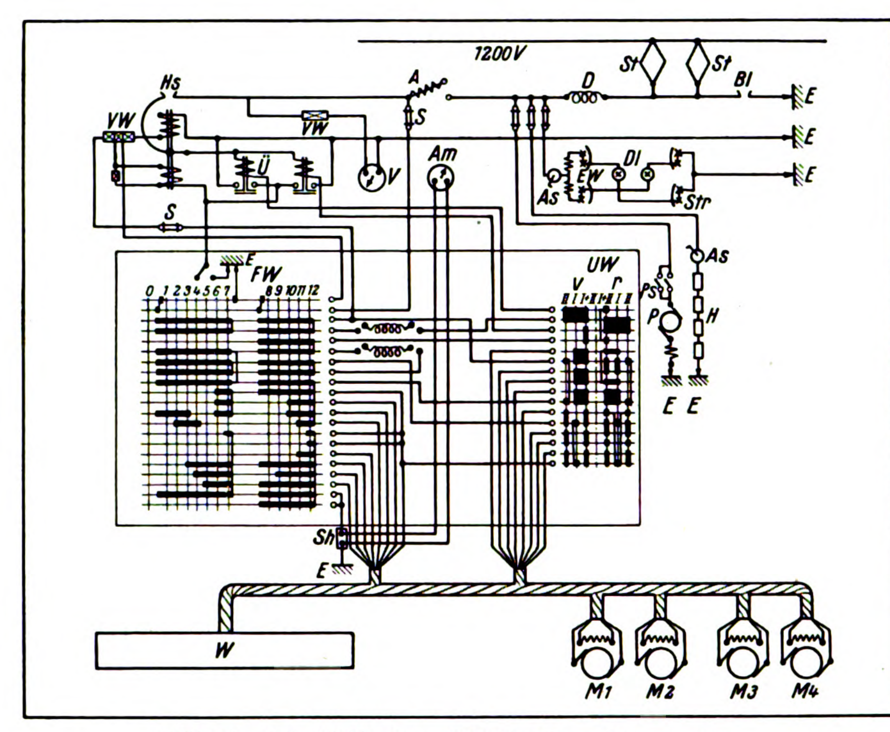


Bild 14. Schaltbild einer 1200 V-Abraumlokomotive.

A = Selbsttätiger und Handausschalter
Am = Stromzeiger
As = Ausschalter
Bl = Blitzableiter
D = Drosselspule
Dl = Deckenlampen
E = Erde
EW = Eisenwiderstände
FW = Fahrwalze
H = Elektr. Heizkörper
Hs = Hochleitungsschutz
M 1—4 = Triebmotoren
P = Pumpenmotor
Ps = Selbsttätiger Pumpenschalter
S = Sicherung
Sh = Stromzeigernebenschlußwiderstand
St = Stromabnehmer
Str = Streckenlampe
UW = Umschaltwalze
Ü = Überlastungsrelais
V = Spannungszeiger
W = Widerstände

Im Laufe der Entwicklung sind verschiedene Systeme durchgebildet und erprobt worden. Die Deutsche Reichsbahn ist in letzter Zeit für die mit 15 000 V Wechselstrom betriebenen Strecken zu einem Einheitssystem mit fest verankertem Tragseil und selbsttätig nachgespanntem Fahrdraht übergegangen. Als Regelspannweite wurde eine Stützpunktentfernung von 75 m bei einem Abstand der Zwischenaufhängungen für den Fahrdraht von 12,5 m gewählt. Das Tragseil wird mit einem Querschnitt von 50 mm² ausgeführt und je nach den örtlichen Verhältnissen aus Stahl oder Bronze hergestellt. Der Fahrdraht ist als Rillendraht von 80 oder 100 mm² Querschnitt ausgebildet.

Bild 15. Abraumlokomotive für 1200 V-Gleichstrombetrieb (Ansicht).

Die SSW haben auf der Ausstellung Seddin etwa 300 m Vollbahn-Einheitsfahrleitung für 15 kV Betriebsspannung mit selbsttätig wirkender Fahrdrahtnachspannung ausgestellt (Bild 16). Um einige neuere Ausführungsmöglichkeiten den Besuchern der Ausstellung nebeneinander zu zeigen, wurden absichtlich verschiedenartige Maste und Stützpunkte gewählt.

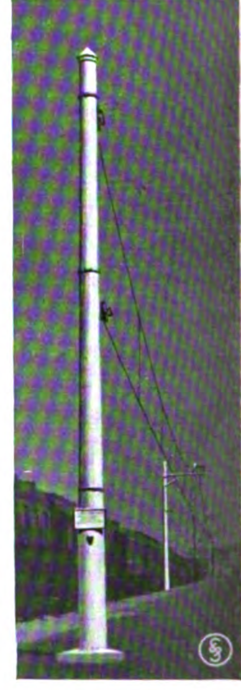


Bild 16. Vollbahnfahrleitung auf der Ausstellung Seddin.

Die Abspannung erfolgte einerseits an einem Schleuderbetonmast (Bild 17 a), an dem gleichzeitig die Nachspannvorrichtung angeordnet war, und andererseits an einem mit neuartigem Fundamentanker versehenen Winkeleisen-Aufsetzmast (Bild 17 b). Der erste der drei Zwischenstützpunkte (Bild 17 c) war mit wagerecht angeordneten Glockenisolatoren auf stehen-

Digitized by Google



Bild 17a. Selbsttätige Nachspannung des Fahrdrahts an einem Schleuderbetonmast.

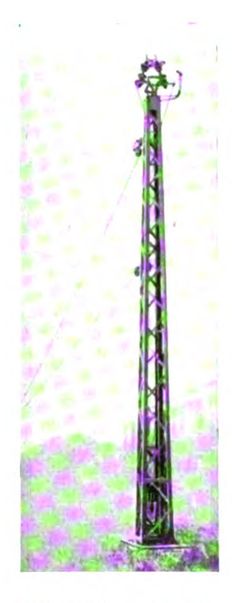


Bild 17b. Selbsttätige Nachspannvorrichtung an einem Winkeleisenaufsatzmast (an der Mastspitze ein Hörnerausschalter für 15000 V).

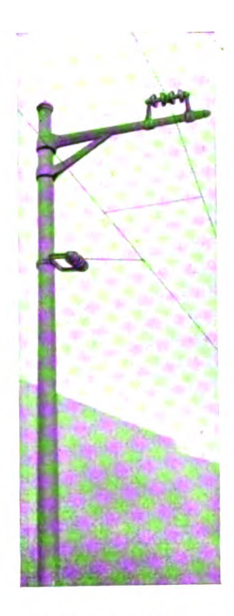


Bild 17c. Zwischenstützpunkt mit waagerecht angeordnetem Glockenisolator auf stehendem Bocke. Schleuderbetonmast mit Eisenbetonausleger.

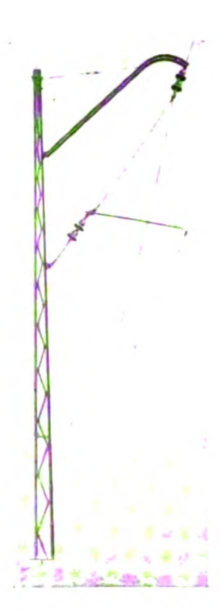


Bild 17d. Stützpunkt mit Hängeisolatoren als Schrägseilaufhängung.



Bild 17e. Tragseillagerung, gebildet aus zwei starr miteinander verbundenen Hängeisolatoren.

den Böcken ausgerüstet und an einem Schleuderbetonmast mit Eisenbetonauslegern angebracht. Der zweite Stützpunkt (Bild 17d) war mit Hängeisolatoren als Schrägseilaufhängung an einem Streckmast angeordnet. Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß durch den Zug im Schrägseil das Gewichtsmoment der Stützstrebe vollständig ausgeglichen wird. Beim dritten an einem U-Eisenmast angebrachten Stützpunkt (Bild 17e) war das Tragseil an einer Hängekette aus zwei starr miteinander verbundenen Hängeisolatoren gelagert. Dieselbe Bauart wurde auch bei der Stützstrebe für den Fahrdraht angewendet. Zwischen den Masten Nr. 2 und 3 war ein freischwebender Streckentrenner eingebaut, der sich durch sein besonders geringes Gewicht auszeichnet, und auf dem eisernen Abfangmast war ein Hörnerschalter mit Erdkontakt aufgebaut, um im Zusammenhang mit der Fahrleitung auch diese Bauarten der SSW zu zeigen.

Ebenso wie bei den Fahrleitungen für die Vollbahnen ist die Deutsche Reichsbahn seit einiger Zeit auch dazu übergegangen, für alle elektrischen Fahrzeuge, die durch Oberleitung mit Strom versorgt werden, einheitlich geformte S t r o m a b n e h m e r zu verwenden, um mit einem möglichst geringen Lagerbestand von Ersatzteilen auszukommen. In Seddin haben die SSW den von der deutschen Reichsbahn eingeführten Einheitsstromabnehmer gezeigt (Bild 18a). Dieser Stromabnehmer, an dessen Durchbildung die SSW in erster Linie gearbeitet haben, hat nachstehende Merkmale:

Isolation des Untergestelles und des Druckluftantriebes für 15000 V, Reichweite 6,7 m bei 3,85 m Dachhöhe, Arbeitsbereich 4,81 m bis 6,5 m, Bauhöhe in niedergelegtem Zustand 0,8 m, größte Bügelbreite 2,1 m bei 1,3 m Schleifstücklänge, Anpressungsdruck 3–4 kg, Gewicht des vollständigen Stromabnehmers 350 kg.

Der Stromabnehmer besteht aus dem Untergestell mit der Isolierung und den beiden in Kugellagern laufenden Hauptwellen, ferner der Schere mit der an den unteren Armen angreifenden Federung und dem umlegbaren Bügel, auf den das Schleifstück aufgesetzt ist, sowie dem im Untergestell eingebauten Druckluftantrieb mit der zugehörigen Isolation. Um das Gewicht des Stromabnehmers so gering wie möglich zu halten, werden, soweit dies überhaupt angängig ist, durchweg dünnwandige Stahlrohre verwendet.

Digitized by Google

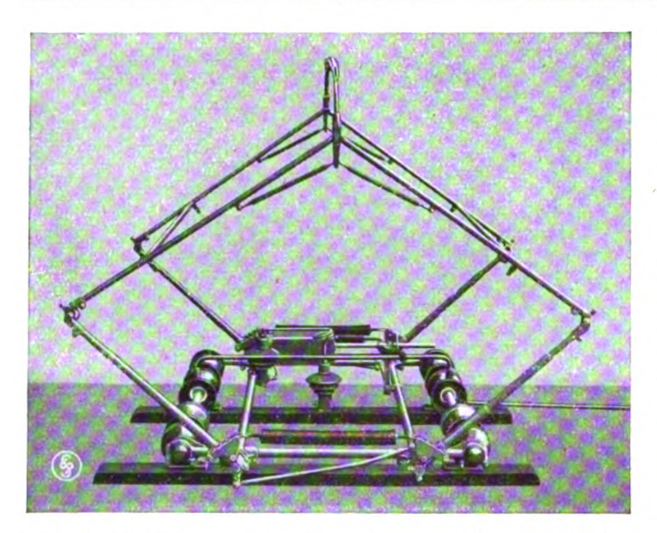


Bild 18a. Einheitsstromabnehmer der Deutschen Reichsbahn (Inbetriebstellung).

Dabei verbinden die SSW die Rohrgestellrahmen durch Schweißung, um alle Massenanhäufungen der bewegten Teile zu vermeiden. Bei der Normalausführung des Stromabnehmers ist auf Grund von Betriebserfahrungen ein W-förmiges Aluminiumschleifstück mit seitlichen Auflaufstücken aus Rotguß gewählt worden. Neuerdings angestellte Versuche mit einteiligen, gebogenen Kohleschleifstücken haben ebenfalls sehr günstige Ergebnisse aufzuweisen.

Der Stromabnehmer wird durch Druckluft, die dem Hauptluftbehälter der Lokomotiven entnommen wird, betätigt und dem Luftzylinder über ein im Führerstand angeordnetes Steuerventil zugeführt. Mit der Kolbenstange des Luftzylinders ist ein Schalter gekuppelt, der beim Niederlegen die Stromzuführung vom Stromabnehmer zu der nach dem Innenraum des Fahrzeuges führenden Verbindungsleitung abschaltet (Bild 18b).

Zu den Betriebseinrichtungen, welche die Wirtschaftlichkeit elektrischer Straßenbahnen ver-

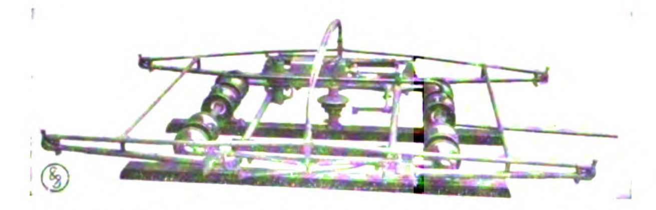


Bild 18b. Einheitsstromabnehmer der Deutschen Reichsbahn (niedergelegt).

bessern können, gehören die elektrischen Weichenstellvorrichtungen. Sie ersparen die in manchen Fällen an besonders verkehrsreichen Punkten erforderlichen Weichensteller. Bei Verwendung solcher Weichenstellvorrichtungen kann der Fahrer ohne anzuhalten das Umstellen der Weichen besorgen, was insbesondere bei geschlossenen Führerständen von besonderem Werte ist. Durch Entfall neuer Anfahrten wird an Betriebsstrom gespart, und auch die Wagenausrüstungen werden geschont. Die Wirkungsweise des Stellwerkes ist kurz folgende: Der mit der Weiche gekuppelte Doppelkernzugmagnet erhält (Bild 19) über einen an der Fahrleitung angebrachten Kontakt (Bild 20) und einen Relais-Einschalter einen Stromstoß, den der Fahrer jeweils durch eine bestimmte Kurbelstellung willkürlich geben kann. Dabei wird die Weiche in die gewünschte Stellung umgelegt. — Zur Anwendung kommen je nach den örtlichen Verhältnissen entweder Säulenstellwerke, die auf dem Bürgersteig aufgestellt werden, oder Kastenstellwerke, die in das Straßenpflaster eingelassen werden können. Beide Arten werden für zwei verschiedene Bedienungsvorschriften gebaut: a) „Weiche richtig: mit Strom“ oder b) „Gerade aus, mit Strom, Abzweig: ohne Strom“. Die erstere Ausführung wird gewöhnlich mit einem Lichtpfeilsignal ausgerüstet, um auch bei Dunkelheit die jeweilige Weichenstellung leicht zu erkennen. Die in Seddin gezeigte Ausführung war ein Säulenstellwerk (Bild 21).

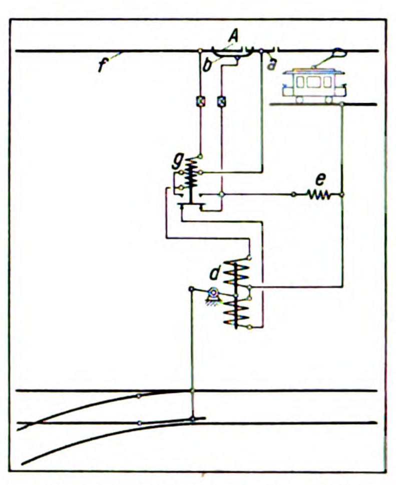


Bild 19. Schaltbild einer selbsttätigen Weichenstellvorrichtung für Straßenbahnen.

A = Oberleitungskontakt
a = feste Kontaktschiene
b = federnde „
d = Doppelkernzugmagnet
e = Parallelwiderstand zu dem Kernzugmagneten
f = Fahrleitung
g = Einschalter

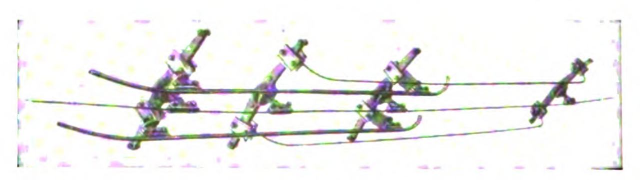


Bild 20. Fahrleitungskontakt zur Betätigung der Weichenstellvorrichtung für Straßenbahnen mit Bügelbetrieb.

Digitized by Google

Auf dem Gebiete der elektrischen Ausrüstung von Fahrzeugen für 1200—1500 V Gleichstrombetrieb haben die SSW in der letzten Zeit mehrere neue Bauarten herausgebracht, wovon einige in Seddin ausgestellt waren. Eine **selbsttätig wirkende Steuerung** für Fahrzeuge der Stadt- und Überlandbahnen mit Gleichstrombetrieb war besonders bemerkenswert (Bild 22). Der dazu erforderliche Steuerschalter besteht im wesentlichen aus einem kleinen Gleichstromhilfsmotor, einer auf wagerechter Welle sitzenden Schaltwalze und einem Bremsrelais. Die Schalterwelle ist nicht fest, sondern durch Vermittlung einer lösbaren Kupplung mit dem Hilfsmotor verbunden (Bild 23). Wird der mit dem Hilfsmotor elektrisch verbundene Führerschalter in die gewünschte Stellung gebracht, so dreht sich die Schaltwelle und schaltet die mit ihr elektrisch verbundenen Fernschalter (Schütze) der Reihe nach ein. Wird der Führerschalter auf 0 gestellt, dann rückt die Klauenkupplung unter dem Einflusse einer starken Feder aus und trennt den Hilfsmotor von der Schaltwalze ab, wodurch diese in die Ausschaltestellung zurückschnellt. Der dazugehörige **Führerschalter** (Bild 24) hat eine große Walze mit 6 Grundstellungen und 1 Bremsstellung, und eine kleine mit Vorwärts- und Rückwärtsstellung. Beide Walzen bestehen aus mit Bakelit umpreßtem Flacheisen, auf denen die Kontaktringe befestigt sind. Da dieser Schalter nur ganz kleine Steuerströme von niedriger Spannung zu führen hat, ist Funkenlöschung nicht vorgesehen.

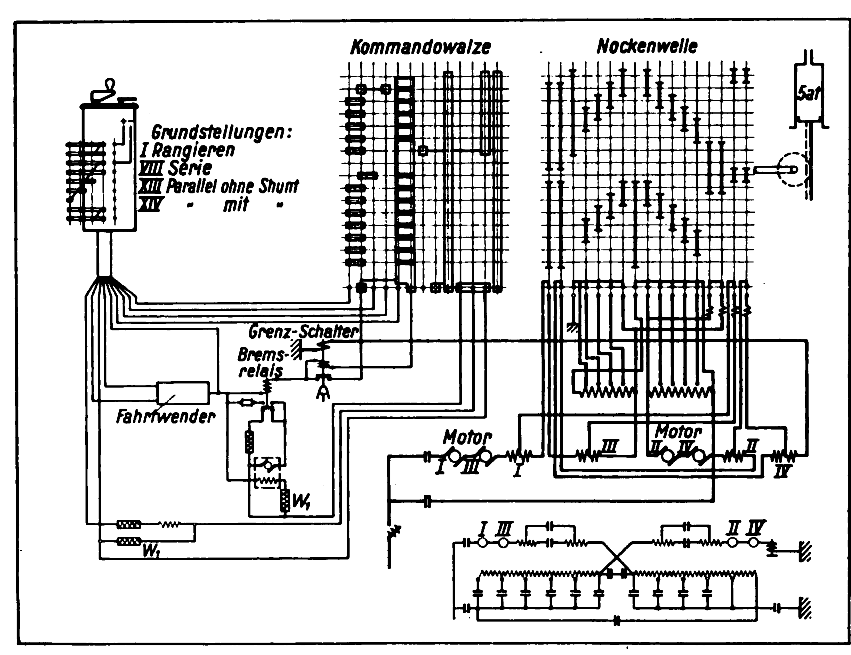


Bild 22. Schaltbild einer selbsttätig wirkenden Steuerung für Gleichstromfahrzeuge von 1200 bis 1500 V Betriebsspannung.

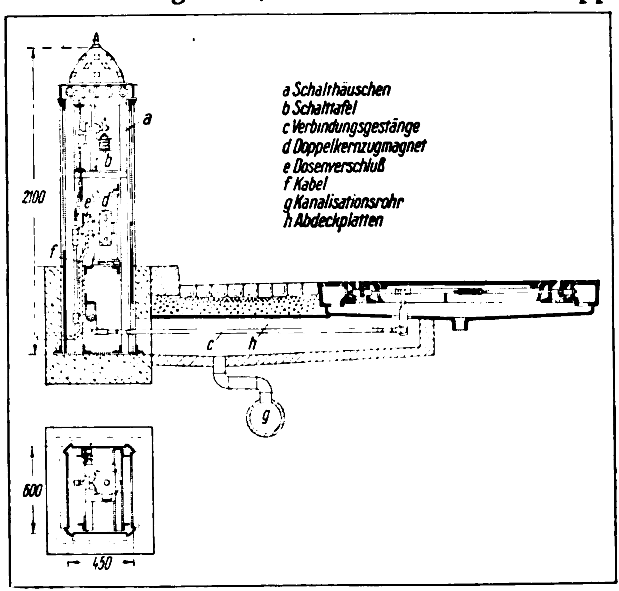


Bild 21. Schalthäuschen mit elektrischer Weichenstellvorrichtung.

Ein **Schwachstromrelais** (Bild 25) wird in Fahrzeugen mit Gleichstrombetrieb verwendet, um den ganzen Steuerstrom eines Zuges abzuschalten. Das ausgestellte Modell ist für Spannungen von 1500 V gebaut und so zwischen Steuerstromquelle und Führerschalter geschaltet, daß in geschlossener Stellung der gesamte Steuerstrom des Zuges durch seine Hauptkontakte geleitet wird. Mit Hilfe dieses Relais kann der Motorstrom außer von dem Führerschalter auch

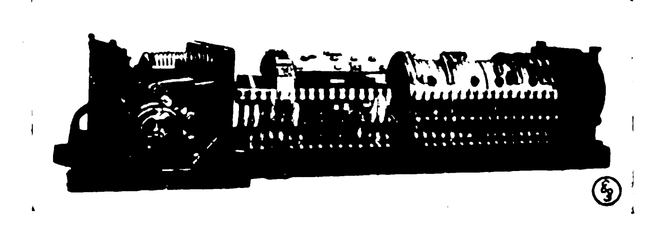


Bild 23. Selbsttätig wirkende Steuerung für Gleichstromfahrzeuge.

Digitized by Google

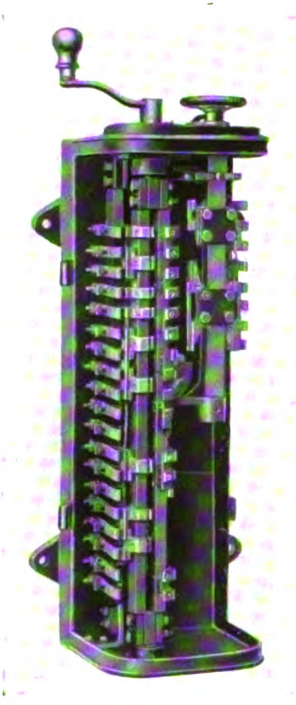


Bild 24. Führerschalter der SSW für selbsttätig wirkende Wagensteuerungen.

vom Notschalter und von dem Überlastungsrelais aus abgeschaltet werden. Ist das Relais in den Stromkreis einer Totmannkurbel geschaltet, so schaltet es aus, wenn die Kurbel des Führerschalters losgelassen wird. Das Relais ist selbsterregend geschaltet, d. h. es erhält Magnetstrom über seine eigenen Kontakte. Sein Anker kann deshalb, falls er abgefallen ist, nur wieder anziehen, wenn der Führerschalter vorab in die Nullage und dann in die Vorbereitungsstellung gebracht wird. In dieser erhalten die Relaisspulen über einen besonderen Hilfskontakt und eine Umgehungsleitung Spannung.

Um in den Hauptluftbehältern von Fahrzeugen, die mit Druckluftbremse ausgerüstet sind, stets einen gleichmäßigen Druck aufrecht zu erhalten, werden selbsttätige Pumpenschalter verwendet. Der Pumpenschalter der SSW ist als Membranschalter ausgebildet (Bild 26) und dient zum selbsttätigen Ein- und Ausschalten der Stromzuleitung des Luftpumpenmotors bzw. des Pumpenschützes. Er wird mit $^1/_4''$ Rohrleitung an den Hauptluftbehälter des Fahrzeuges angeschlossen. Der in diesem herrschende Luftdruck bewegt durch Vermittlung der genannten Membrane einen Zylinderkolben, dessen Hub sehr klein ist. Dieser Kolben muß auf seinem Wege nach einer Richtung den Widerstand einer Druckfeder überwinden, deren Spannung durch ein Federstellwerk verändert werden kann.



Bild 25. Schwachstromrelais für Steuerstromkreise.

Die eine Kolbenendlage entspricht der „Aus"-Stellung des Schalters, die andere der „Ein"-Stellung. Durch die Kolbenstange wird ein Schnappschalterwerk betätigt, das den eigentlichen Kontaktarm des Pumpenschalters ein- und ausschaltet. Bis zu einer Spannung von 1600 V Gleichstrom erfolgt die Steuerung des Luftdruckmotors direkt durch den selbsttätigen Pumpenschalter, während bei höherer Spannung ein Schütz dazwischen geschaltet wird.

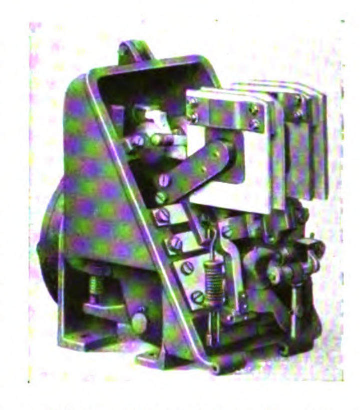


Bild 26. Selbsttätiger Pumpenschalter der SSW.

Zur Erzeugung der Druckluft für die Bremse und etwa durch Druckluft angetriebene Hilfsapparate, Stromabnehmer, Schalter, Sandstreuer u. dgl. werden in den Fahrzeugen elektrischer Bahnen meist Motorluftpumpen eingebaut, die mittels Fahrstrom angetrieben werden. Die Leistung einer in Seddin gezeigten Pumpe der SSW (Bild 27) ist 200 Liter in der Minute gegen 8 at. Die erforderliche Motorleistung dieser Pumpe ist etwa 1,3 kW. Die Pumpe wird ohne Zwischenschaltung von Zahnrädern unmittelbar vom Motor angetrieben; sie hat infolgedessen geringes Gewicht und besonders ruhigen Gang. Die Motoren sind imstande, ohne besonderen Vor-

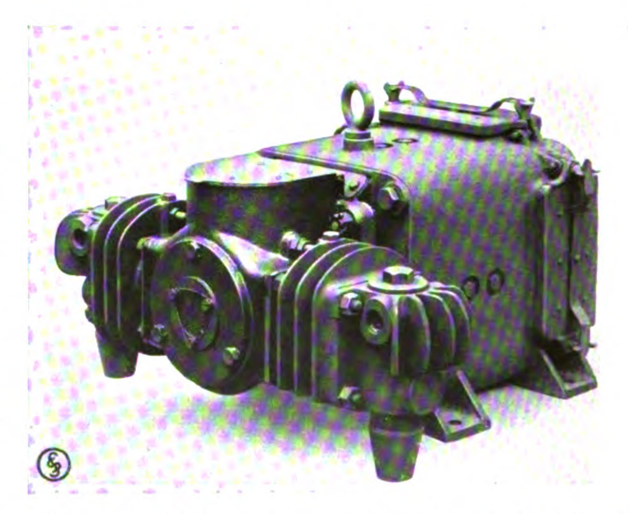


Bild 27. Druckluftpumpe M 201 für direkten Antrieb mit Fahrleitungsstrom. Leistung: 200 l/min.

Digitized by Google



Bild 28. Selbsttätiger Höchststromausschalter mit Hörnerfunkenlöschung.

schaltwiderstand gegen den vollen Behälterdruck anzulaufen. Zur Anbringung der Pumpe unter dem Fahrzeuge sind Angüsse am Pumpengestell vorgesehen.

Zum Schutze der elektrischen Fahrzeugausrüstung gegen Schäden durch Kurzschlüsse dienen selbsttätige Höchststromausschalter. Zur Löschung der beim Ausschalten unter voller Stromstärke entstehenden Flamme werden sie mit magnetischer oder mit Hörnerfunkenlöschung ausgeführt. Der von den SSW in Seddin ausgestellte Schalter, Bauart Sa 5e, war mit Hörnerfunkenlöschung ausgerüstet. Er hat schmalen Grundriß bei großer Bauhöhe und ist im Betriebe mit einer Schutzkappe wasserdicht abgeschlossen. Der beim Ausschalten entstehende Abrißfunke tritt außerhalb dieser Schutzkappe, an dem auf der vertikalen Schalterachse befindlichen Kegel (Bild 28) auf. Die Funkenlöschung beruht auf der elektrodynamischen Wirkung der Hörner. Die große Ausschaltgeschwindigkeit infolge kurzer Drehbewegung der Schalterachse bietet dem Motor guten Schutz gegen Überlastung. Dieser Höchststromausschalter ist auch von Hand ausschaltbar. Der ausgestellte Ausschalter wird am Dache des Fahrzeuges so befestigt, daß nur der Handgriff in den Führerstand hineinragt.

Zum Anlassen und zur Regelung der Umdrehungszahl von Triebmotoren elektrischer

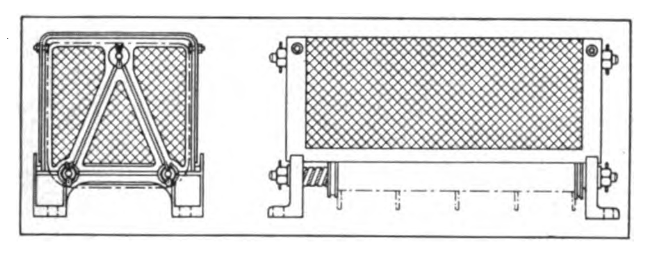


Bild 29. Anfahrwiderstand.

Fahrzeuge dienen besondere Anfahrwiderstände. Der in Bild 29 dargestellte Eisengitterwiderstand wird entsprechend seinem Verwendungszweck in zwei Ausführungen hergestellt, und zwar: einer großen, die hauptsächlich zum Einbau in Industrie- und Vollbahnlokomotiven dient, und einer kleinen,

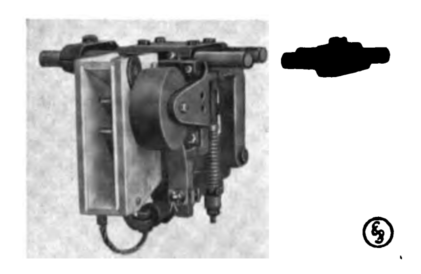


Bild 30a. Elektromagnetisch betätigter Fernschalter der SSW, Bauart C F I, für 300 A Nennleistung.

die für Fahrzeuge der Überlandwagen und Grubenbahnen benutzt wird. Die einzelnen Widerstandsgitter bestehen aus verzinntem Spezialgußeisen von hohem spezifischen Widerstand und großer Elastizität. Sie werden in verschiedenen Ohmzahlen hergestellt und dann durch Zwischenlegen von Mikanitscheiben auf mit Bakelit umpreßten Schraubenbolzen isoliert zu Gesamtwiderständen aufgereiht. Mittels Endspannplatten, die gleichzeitig zur Befestigung des ganzen Widerstandpakets am Fahrzeuge dienen, werden sie unter Zwischenlage starker Spiralfedern fest zusammengepreßt.

Für Fahrzeuge mit Gleichstrombetrieb und hohen Stromstärken wird zur Ein- und Abschaltung der Motoren und Anfahrwiderstände ein elektromagnetisch betätigter Fernschalter (Bild 30a) entweder einzeln oder in Gruppen verwendet. Der von den SSW hergestellte Schalter wird mittels Schaltmagnet elektromagnetisch vom Fahrschalter aus betätigt. Als Anker dient der untere Scherenteil, der den isolierten beweglichen Kontaktteil trägt. Der feststehende Kontakt ist gefedert und ebenfalls isoliert am Magnetoberteil befestigt. Die Kontakte sind von einem leicht abnehmbaren, aus Steinholz bestehenden Funkenkamin umschlossen. Der Ausschaltefunken wird durch eine, seitlich vom Funkenkamin angeordnete Blasspule gelöscht. Als Isoliermaterial findet ausschließlich Bakelit Verwendung. Kontakte, die der Abnutzung unterworfen sind, können leicht ausgewechselt werden. Dieser Schalter ist für Fahrleitungsspannungen bis 1500 V und bis 300 A geeignet. Demselben Zwecke wie dieses elektromagnetisch betätigte Schütz dient der elektropneumatische Schalter (Bild 30b). An der Rückseite des Druckluftzylinders sitzt das elektrisch betätigte

Digitized by Google



Bild 30b. Elektropneumatisch betätigter Fernschalter der SSW, Bauart DRS I.

Ventil, an der Vorderseite der eigentliche Kontaktapparat mit Kamin und Funkenlöschspule.

Dieser Fernschalter wird ebenfalls isoliert an zwei mit Bakelit umpreßten Rundeisenstangen befestigt.

Ein ebenfalls von den SSW ausgestelltes elektropneumatisches Gruppenschütz (Bild 31) besteht aus einer Vereinigung von drei Einzelschützen, die in einem gemeinsamen Rahmengestell isoliert nebeneinander aufgehängt sind. Sie werden gemeinsam durch eine Daumenwelle betätigt, die von einem Druckluftzylinder mit Ventil bewegt wird. Die Schütze können nach Belieben parallel oder hintereinander geschaltet werden. Der Druckluftzylinder arbeitet mit 3 bis 5 at.

Die Schaltergruppen (Bild 32) werden in einem gemeinsamen Schützkasten unter dem Fahrzeug untergebracht (Bild 33). Die innerhalb des Kastens erforderlichen Leitungsverbindungen werden im Werk so fertiggestellt, daß der Schützkasten als anschlußfertiges Ganzes verwendet werden kann.

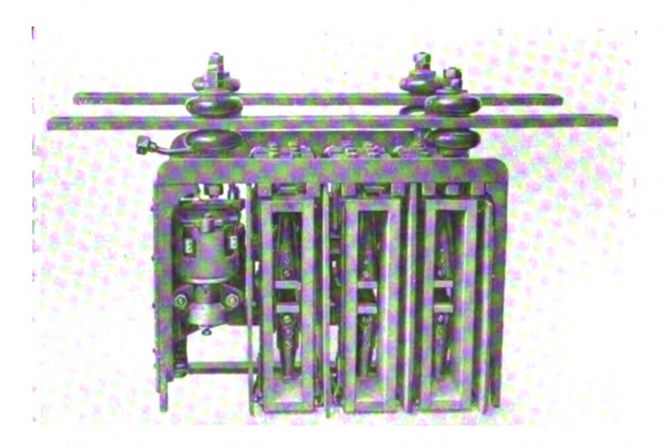


Bild 31. Mit Druckluft betätigtes Gruppenschütz der SSW, Bauart EPG I.

Es sind meist zwei solcher Schützkästen für ein Fahrzeug erforderlich. Einer von ihnen kann gegebenenfalls noch andere Hilfsapparate enthalten.

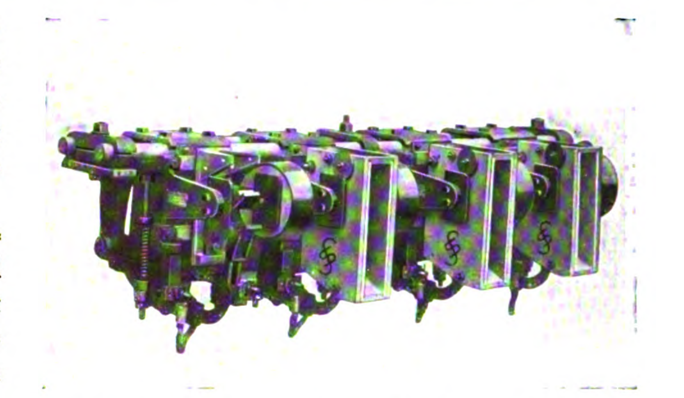


Bild 32. Schaltergruppe für Gleichstromfahrzeuge.

Eine ähnliche Einrichtung wie diese ist der ebenfalls ausgestellte Schützkasten der Triebwagen Blankenese — Hamburg — Ohlsdorf. Diese Bahn wird mit 6300 V 25 Per. Einphasenwechselstrom betrieben. Zur Stufenschaltung sowie zum Umlegen der Fahrtrichtung werden Schütze verwendet, die in vier Kästen montiert, unterhalb der Wagen angebracht sind.

Die Schütze können einen Strom von 800 A führen und werden mittels Kupferschienen, die durch die Decke des Schützkastens gehen, an die zugehörigen Ausrüstungsteile angeschlossen. Sämtliche Schütze werden auf Holzbohlen, die gleichzeitig als zweite Isolation dienen, befestigt. Die Anschlüsse für die 300 V Steuerleitungen sind an der Rückwand des Schützkastens befestigt. Der ganze Kasten (Bild 34) mit vollständiger Einrichtung und Anschlußleitungen wird im Werk fertig montiert



Bild 33. Schaltergruppe befestigt an einem Überlandbahnwagen.

und anschlußreif geliefert. Eine nach unten abklappbare und mit Visierverschluß versehene Blechtür dient zum Verschluß der Schützkästen.

Digitized by Google

Auf demselben Stand der großen Ausstellungshalle wurde neben den Ausrüstungsteilen elektrischer Betriebsmittel ein Wechselstrom-Lokomotivmotor, Bauart ELM $^{3}/_{3}$, gezeigt. Es ist ein fremdgelüfteter kompensierter Einphasen-Reihenschlußmotor für schweren Lokomotivbetrieb, der bei $16^{2}/_{3}$ Per/s und 2×315 bzw. 2×405 V dauernd 2×360 kW leistet. Die Drehzahl ist 590 bei der niedrigen und 982 bei der höheren Spannung, die Polzahl 10. Dieser Motor hat zweiseitigen Zahnradantrieb mit einer Übersetzung von 1 : 4,04. In die beiden auf einer tiefer gelagerten Vorgelegewelle aufgekeilten Zahnräder sind Kurbelzapfen eingepreßt, an denen die Schubstangen nach den Lokomotivrädern angreifen. Die vier Ritzel auf den Läuferwellen sind so ausgebildet, daß der Zahnkranz sich auf seinem Sitz in Richtung des Umfanges um einige Millimeter verschieben kann. Durch Federn wird er in seine Lage zurückgestellt. Die Federung ist durch eine Art Lamellenkupplung gedämpft. Zur richtigen Führung der Luft ist der Motor vollständig gekapselt. Große Klappen gestatten die Besichtigung des Kollektors und die Bedienung der auf einem drehbaren Ring angeordneten Bürstentaschen. Die Läufer sind in Ringschmierlagern mit kugelig gedrehten Schalen, die sich der Durchbiegung der Läuferwelle entsprechend einstellen können, gelagert. Auch die Lagerschalen für die Vorgelegewelle haben kugelig gedrehte Auflageflächen. Für die Schmierung der Vorgelegewelle ist eine Ölpumpe vorgesehen. Je 2 solcher Doppelmotoren sind für den Antrieb der bei den SSW in Ausführung befindlichen Güterzuglokomotiven C + C der bayerischen Reichsbahnstrecken vorgesehen.

Außer diesem Motor war von den SSW auch ein selbstlüftender Straßenbahnmotor mit Rollenlager, Bauart D 531 der SSW, ausgestellt.

Der Motor D 531 kann in Fahrzeugen mit einer kleinsten Spurweite von 1000 mm eingebaut und bei kleinstem Laufraddurchmesser von 800 mm verwendet werden. Die Tatzenlager sind als Gleitlager mit Kissenschmierung ausgebildet. Die Stundenleistung des Motors ist 37 kW bei 550 V, sein Gesamtgewicht einschl. Zahnrädern und Zahnradschützkasten rd. 1250 kg.

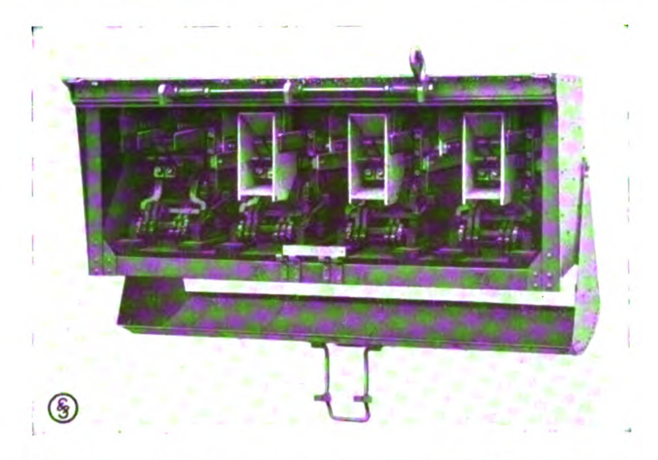


Bild 34. Schaltergruppe der Wechselstromtriebwagen Hamburg—Blankenese—Ohlsdorf.

Viele Hunderte solcher Gleichstrombahnmotoren sind von den SSW an in- und ausländische Straßenbahnen geliefert worden.

Der Verkehr auf dem umfangreichen Netze der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen hat im Laufe der Jahre einen solchen Umfang angenommen, daß die Einrichtung eines Schnellbahnbetriebes nicht mehr länger aufgeschoben werden konnte. In richtiger Erkenntnis dieser Verhältnisse und in der Überzeugung, daß ein solcher Betrieb am besten mit elektrisch betriebenen Motorwagenzügen ausführbar ist, wurde die Elektrisierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen beschlossen. Die Versuche mit elektrischer Zugförderung sind schon vor dem Weltkriege begonnen und jetzt zum Abschluß



Bild 35. Gleichstromtriebwagen der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen.

gekommen. Anfang August 1924 sind bereits die ersten elektrischen Triebwagenzüge auf der Vorortstrecke Stettiner Bahnhof—Bernau mit

Digitized by Google

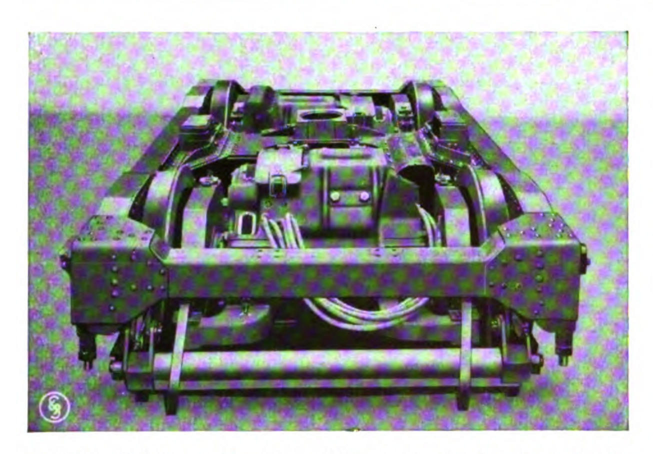


Bild 36. Triebgestell mit zwei Motoren der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen.

800 V Gleichstrom, der durch dritte Schiene den Fahrzeugen zugeführt wird, in Betrieb gesetzt worden.

Ein Triebwagen neuester Bauart, der für die Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen bestimmt ist (Bild 35), wurde von den SSW im Einvernehmen mit der Reichsbahndirektion Berlin in der Ausstellung Seddin gezeigt. Er enthält 2 Drehgestelle, von denen eines (Bild 36) mit zwei SSW-Gleichstrommotoren GBM 1620 von je 170 kW (230 PS) Stundenleistung ausgerüstet ist. Das zweite ist ein Laufdrehgestell. Der mechanische Teil des ausgestellten Wagens wurde in der Waggon- und Maschinenbauanstalt Görlitz hergestellt.

Die Hauptabmessungen sind:

Ganze Länge	20 300	mm
Größte Breite	3 100	mm
Spur	1 435	"
Achsabstand eines Drehgestelles	2 500	"
Entfernung der Drehzapfen voneinander	14 000	mm
Ganzer Achsabstand	16 500	"
Raddurchmesser des zweiachsigen Triebdrehgestelles	1 000	"
Raddurchmesser des zweiachsigen Laufdrehgestelles	850	"
Gesamtgewicht des Wagens ohne Fahrgäste, aber mit elektr. Ausrüstung	44	t
Sitzplätze	77	

Jeder Wagenzug besteht aus zwei in sich gleichen Halbzügen, von denen jeder aus zwei an den Enden befindlichen vierachsigen Triebwagen, wie sie oben beschrieben sind, und drei dazwischengeschalteten zweiachsigen Beiwagen zusammengesetzt ist.

Der ganze Zug (Bild 37) enthält demnach vier Triebwagen und sechs Anhängewagen mit insgesamt 584 Sitzplätzen und 988 Stehplätzen. Die Aufnahmefähigkeit ist daher rund 40 v. H. größer als bei den längsten derzeit von Dampflokomotiven beförderten Stadtbahnzügen. Bei schwachem Verkehr können die elektrisch betriebenen Zehnwagenzüge in einfacher Weise geteilt und der Fahrplan mit Halbzügen erledigt werden.

Die Triebwagen sind mit selbsttätiger Druckluft-Schalteinrichtung ausgerüstet. Beim Ingangsetzen des Zuges wird der Führerschalter im vorderen Triebwagen auf die gewünschte Fahrstellung gebracht, wonach in jedem Triebwagen die Steuerung der Motoren selbsttätig geschaltet wird.



Bild 37. Zehnwagenzug der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen.

Digitized by Google

Der Strom wird durch eine neben den Fahrschienen höher verlegte und von drei Seiten mit Holz verschalte dritte Schiene zugeführt, die durch Stromabnehmer von unten bestrichen wird. Zwei solcher Stromabnehmer sind in der Nähe der Führerstände an beiden Seiten des Triebdrehgestelles befestigt.

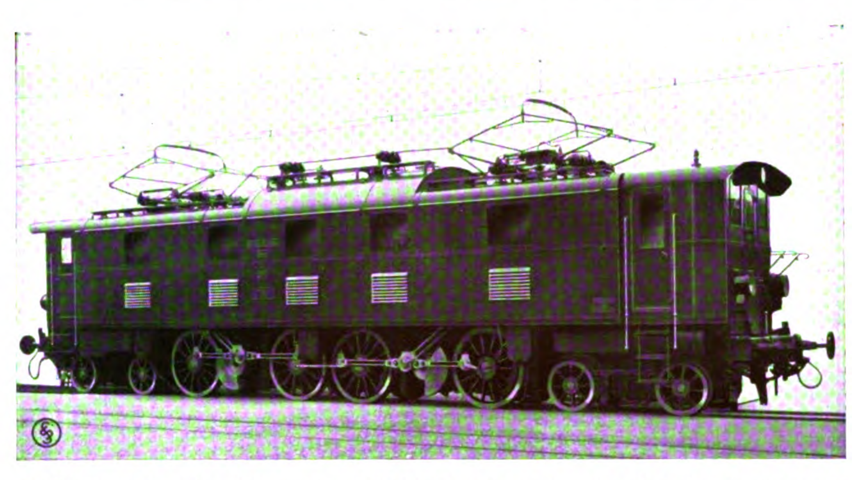


Bild 38. Schnellzuglokomotive 2 BB 2 der Deutschen Reichsbahn für 15000 V Wechselstrombetrieb.

Bei den bisherigen Fahrten mit den von SSW ausgerüsteten Zehnwagenzügen wurde festgestellt, daß die Fahrzeit von 46 Minuten bei Dampflokomotivbetrieb bei elektrischem Betrieb auf 30 Minuten, d. h. um rund ein Drittel, abgekürzt werden kann.

Aus der Reihe der elektrischen Vollbahnlokomotiven, die in Seddin von den SSW ausgestellt waren, sei zunächst die neueste Personen- und Schnellzüge von 500 t mit einer Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h auf den bayrischen Gebirgsstrecken zu befördern. Die elektrische Ausrüstung ist von den SSW, der mechanische Teil von der Lokomotivfabrik

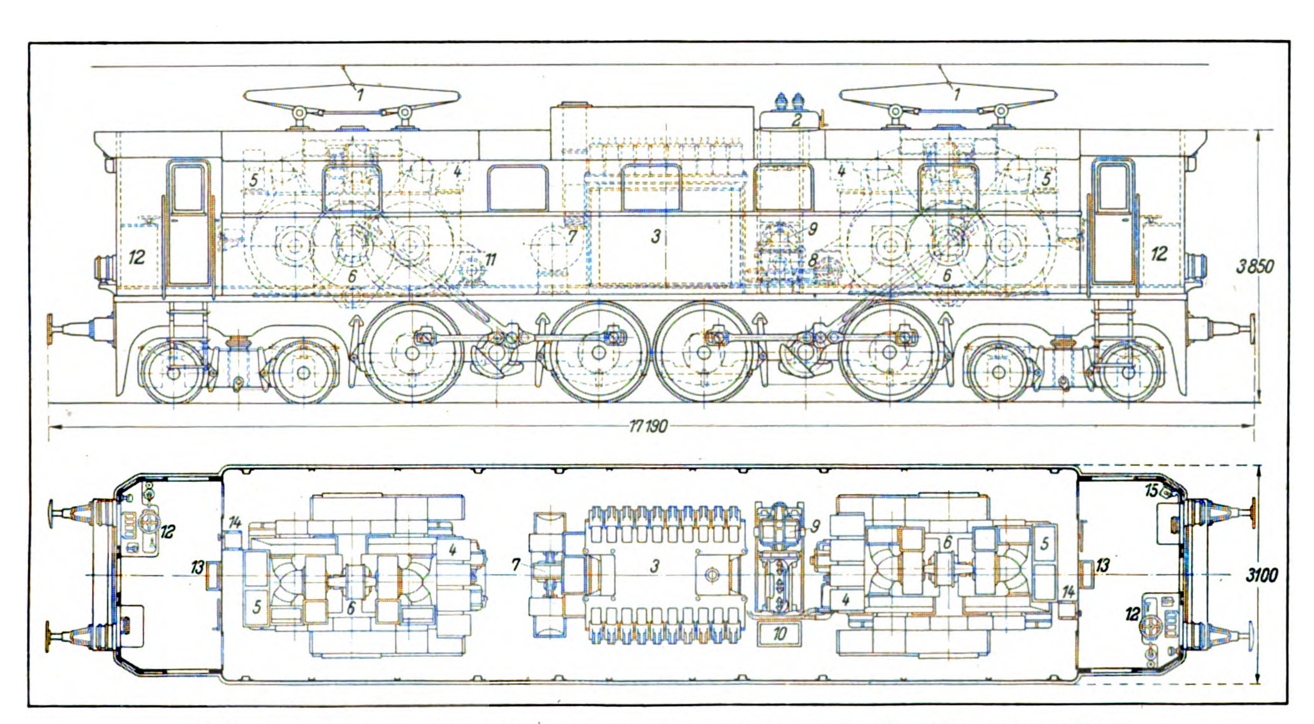


Bild 39. Anordnung der elektrischen Ausrüstung in der Schnellzuglokomotive 2 BB 2.

1 = Stromabnehmer
2 = Ölschalter
3 = Transformator und Hüpfer
4 = Fahrtwenderschütze
5 = Wendefeldwiderstände
6 = Motoren und Lüftersätze
7 = Lüfter für Transformator
8 = Ölpumpe
9 = Luftpresser
10 = kleine Apparate
11 = Umformer
12 = Fahrschalter
13 = Heizkörper
14 = Walzenschalter für Heizung
15 = Handluftpumpe

2 B B 2-Lokomotive der Deutschen Reichsbahn, Gruppe Bayern, erwähnt. Diese Lokomotive (Bild 38 und 39) ist dazu bestimmt, J. A. Maffei, München, ausgeführt worden. Die Lokomotive hat 4 Triebachsen, von denen je zwei gekuppelt sind, und zwei zweiachsige Laufgestelle.


Digitized by Google

Die Hauptangaben sind folgende:

Spurweite	1 435 mm
Länge der Lokomotive über alles	17 210 ⸗
Radstand gesamt	13 600 ⸗
Abstand zwischen den Drehzapfen	11 750 ⸗
Fester Radstand	6 800 ⸗
bei Seitenverschiebbarkeit der beiden mittleren Kuppelachsen	
Triebraddurchmesser	1 400 ⸗
Laufraddurchmesser	850 ⸗
Kastenbreite der Lokomotive	3 050 ⸗
Höhe der Lokomotive über S. O.	3 850 ⸗
Dienstgewicht etwa	135 t
Reibungsgewicht etwa	74 ⸗
Größte Zugkraft (am Triebradumfang)	16 500 kg
Dauerzugkraft am Radumfang bei 54 km/h rd.	10 000 ⸗

2 Antriebdoppelmotoren mit Fremdlüftung.

Die 2 BB 2 Lokomotiven sind für Betrieb mit Einphasenwechselstrom von 15 000 V $16^2/_3$ Per. eingerichtet. Der Stromverlauf ist folgender (Bild 40): Der Hochspannungsstrom wird mittels zweier SSW Scherenstromabnehmer Einheitsausführung der Deutschen Reichsbahn (Bild 18a) von der Fahrleitung abgenommen und über einen Ölschalter mit Höchststromauslösung dem Haupttransformator zugeführt. Dieser Transformator von 2050 kVA Dauerleistung setzt die Fahrdrahtspannung auf die abgestufte Unterspannung für die Fahrmotoren und die Zugheizung herab. Das Anfahren und die Regelung der Fahrgeschwindigkeit wird mit Hilfe von elektromagnetisch betätigten Stufenschützen durch Änderung der den beiden Motoren zugeführten Spannung in 19 Stufen erreicht.

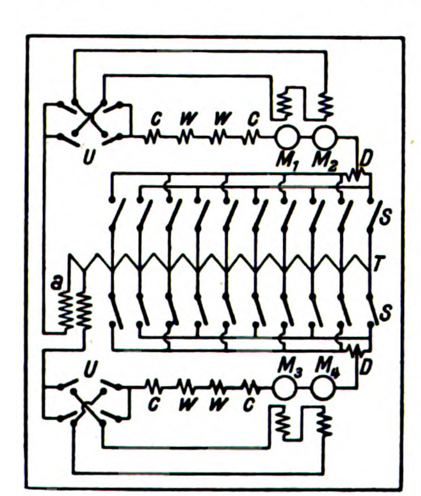


Bild 40. Vereinfachtes Schaltbild der 2 B B 2⸗Wechselstromlokomotive.

U = Fahrrichtungswender
M_1, M_2, M_3, M_4 = Triebmotor
C = Kompensationswicklung
W = Wendepolwicklung
T = Haupttransformator
S = Schützenschalter
D = Schaltdrosselspule
a = Ausgleichtransformator

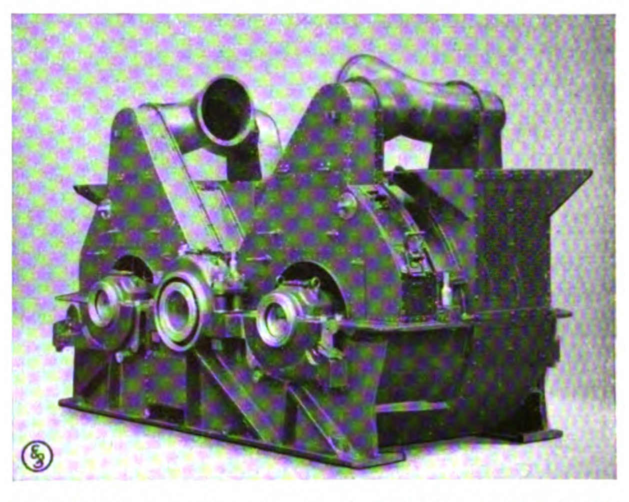


Bild 41. Lokomotivdoppelmotor der SSW, Bauart E. L. M. 4/4 zum Antrieb der 2 B B 2⸗Lokomotive.

Der Haupttransformator ist als luftgekühlter Öltransformator ausgebildet. Der Lüfter, der die Kühlluft für den Transformator liefert und die Kreiselpumpe, durch die das Öl ständig im Umlauf gehalten wird, werden von getrennten Hilfsmotoren angetrieben. Jede Lokomotive enthält 2 Doppelmotoren (Bild 41) mit 10 Polen. Es sind fremdgelüftete kompensierte Einphasen⸗Reihenschlußmotoren mit Wendefeld von 2×360 kW Dauerleistung. Auf jeden Doppelmotor ist ein Doppellüfter aufgebaut, der die Kühlluft (etwa 6 m^3/s) auf drei Wegen durch den Motor saugt, so daß sämtliche aktiven Teile wirksam gekühlt werden. Die Motoren arbeiten mit doppelseitigem Zahnradantrieb in Übersetzung 1 : 2,86 auf eine in Ankerachsmitte liegende Vorlegewelle. Von dieser aus wird die Motorarbeit durch Treibstangen auf die in Triebachsmitte gelagerten Kurbelblindwellen und weiter mittels Kuppelgestänge auf die beiden jeweils benachbarten Triebachsen übertragen. Die Ritzel auf den Läuferwellen sind mit Federung versehen, die durch eine Art Lamellenkupplung gedämpft wird. Zur Schmierung der Zahnräder sind Ölpumpen vorgesehen, die das im Zahnradschutzkasten sich sammelnde Öl ansaugen und auf die Zahneingriffsflächen spülen. 16 solcher 2 BB 2 Lokomotiven sind zur Zeit bei den SSW in Ausführung begriffen.

Die zweite Vollbahnlokomotive war eine AAA + AAA Güterzuglokomotive der

Digitized by Google

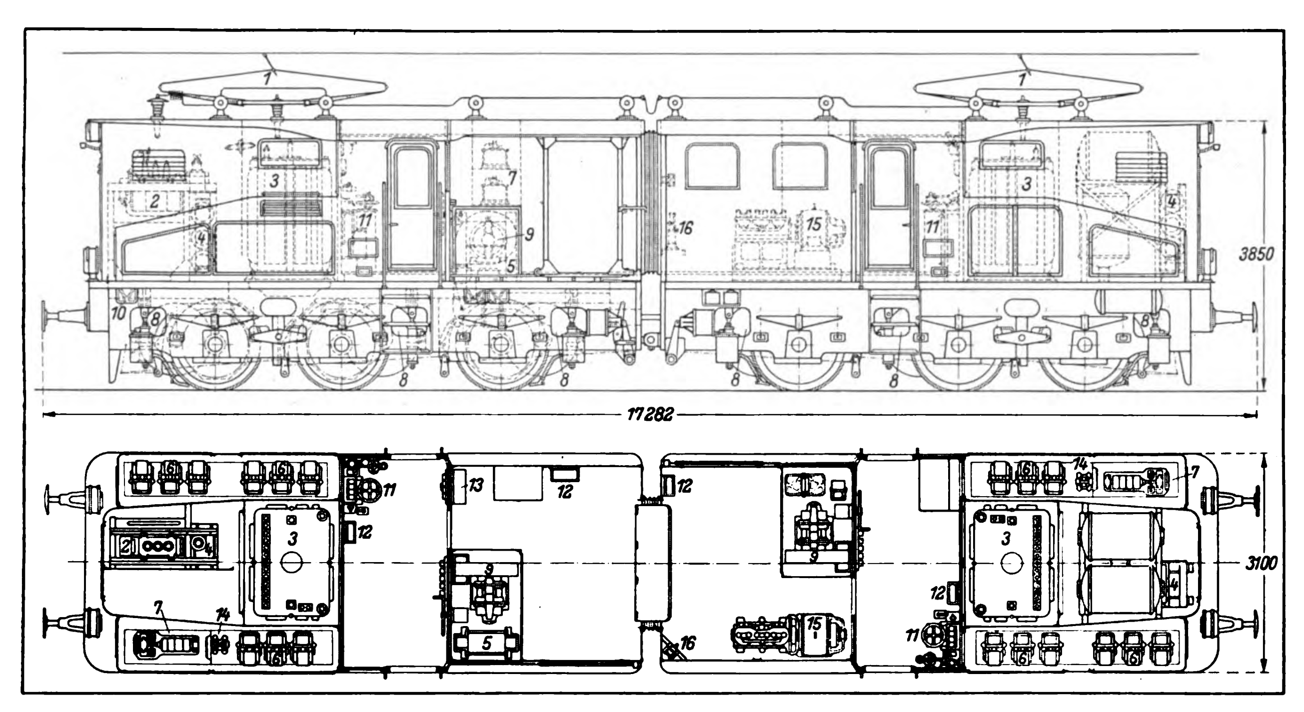


Bild 42. Anordnung der elektrischen Ausrüstung in der AAA + AAA-Güterzuglokomotive.

1 = Stromabnehmer
2 = Ölschalter
3 = Transformator
4 = Drosselspule
5 = Spannungsteiler
6 = Hüpfer
7 = Fahrtwender
8 = Motor
9 = Motorventilator
10 = Nebenschlußwiderstand
11 = Fahrschalter
12 = Heizapparat
13 = Schalttafel
14 = Meßtransformator
15 = Luftpresser
16 = Handluftpumpe

Reichsbahndirektion Breslau (Bild 42). Die elektrische Ausrüstung ist von den SSW und der mechanische Teil von den Linke-Hofmann-Lauchhammer-Werken ausgeführt worden. Diese Lokomotiven sind für den Güterverkehr auf den Schlesischen Gebirgsbahnen bestimmt, die bei einer gesamten Gleislänge von rd. 500 km hauptsächlich das niederschlesische Kohlen- und Industriegebiet, sowie das Riesen- und Waldenburger-Gebirge umfassen. Die AAA + AAA-Lokomotiven befördern auf diesen Strecken Güterzüge von 1200 t Anhängelast (Bild 43). Ihre Höchstgeschwindigkeit beträgt unter Strom 45 km/h. Die AAA + AAA-Lokomotive besteht aus 2 kurzgekuppelten 3 achsigen Lokomotivhälften und hat demnach insgesamt 6 Achsen, die durch je 1 Tatzenlagermotor mit einfachem Zahnradvorgelege angetrieben werden (Bild 44).



Bild 43. AAA + AAA-Lokomotive mit 1200 t Güterzug auf der Schlesischen Gebirgsbahn.

Die Hauptangaben sind folgende:

Spurweite	1435	mm
Länge der Lokomotive über alles . .	17282	⸗
Radstand gesamt . .	12396	⸗
⸗ fest	4070	⸗
Triebraddurchmesser	1300	⸗
Kastenbreite der Lokomotive	3050	⸗
Höhe der Lokomotive über S. O. . .	3850	⸗
Dienstgewicht	114	t

Digitized by Google

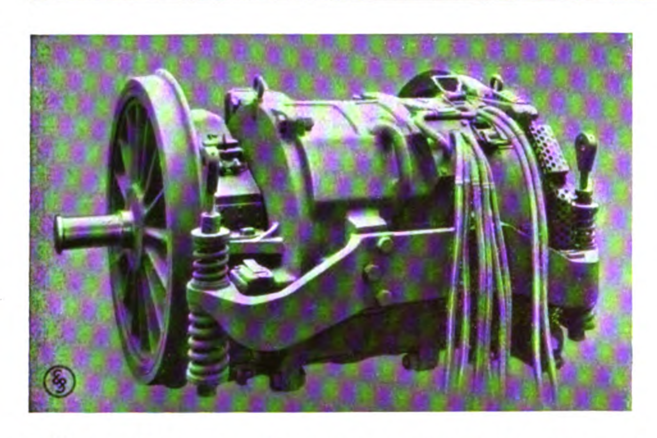


Bild 44. Triebachse der AAA + AAA-Lokomotive mit SSW-Wechselstrom-Tatzenlagermotor.

größte Zugkraft (am Triebradumfang) . . . . 21000 kg

Dauerzugkraft am Zughaken:
bei 30 km/h . . . . 9000 „
bei 45 km/h . . . . 6250 „
größte Spannung an den Motoren . . 325 V
Steuerstromspannung . . . . 200 „

Die Antriebsmotoren haben Fremdlüftung durch insgesamt zwei Ventilatoren. Je drei Motoren werden von einem Ventilator gelüftet.

Die AAA + AAA-Lokomotiven sind für Betrieb mit Einphasenwechselstrom von 15000 V, $16^2/_3$ Perioden, eingerichtet. Der Hochspannungsstrom wird wie dem Schaltbilde (Bild 45) zu entnehmen ist, mittels zweier Scherenstromabnehmer in der Einheitsausführung der Deutschen Reichsbahn von der Fahrleitung abgenommen und über einen Ölschalter mit Höchststromauslöser den zwei parallelgeschalteten Haupttransformatoren zugeführt. Die beiden Transformatoren von insgesamt 1390 kVA Dauerleistung setzen die Fahrdrahtspannung auf abgestufte Unterspannungen für die Fahrmotoren bis höchstens 325 V, und auf eine konstante Spannung von 200 V für die Hilfsmotoren, Steuerapparate und Heizkörper herab. Sie sind als luftgekühlte Öltransformatoren ausgebildet und werden von den Ventilatoren für die Motorlüftung mitbelüftet. Die Lokomotivmotoren SSW Bauart WBM 430 haben acht Pole. Es sind fremdgekühlte, kompensierte Einphasen-Reihenschlußmotoren mit Wendefeld. Sie sind nach Art der Straßenbahnmotoren aufgehängt und vollständig gekapselt. Ihr ebenfalls staubsicher eingekapseltes Zahnradvorgelege hat eine Übersetzung 1 : 5,27.

Das Anfahren und die Regelung der Fahrgeschwindigkeit wird mit Hilfe von elektromagnetisch betätigten Stufenschützen durch Änderung der den Motoren zugeführten Spannung in 15 Stufen erzielt. Um eine gleichmäßige Belastung der Transformatoren und Motoren zu erreichen, sind besondere Spannungsteiler bzw. Spannungsausgleicher vorgesehen, die gleichzeitig Spannungsunterschiede beim Schalten gefahrlos ausgleichen.

Für Beleuchtungszwecke ist ein besonderer Lichttransformator auf der Lokomotive vorgesehen, der die Spannung von 200 V auf 18 V für die Lampen umsetzt.

Die Lokomotive zeichnet sich durch Einfachheit im Aufbau aus. Neun solcher AAA + AAA-Lokomotiven sind von der Reichsbahnverwaltung den SSW in Auftrag gegeben.

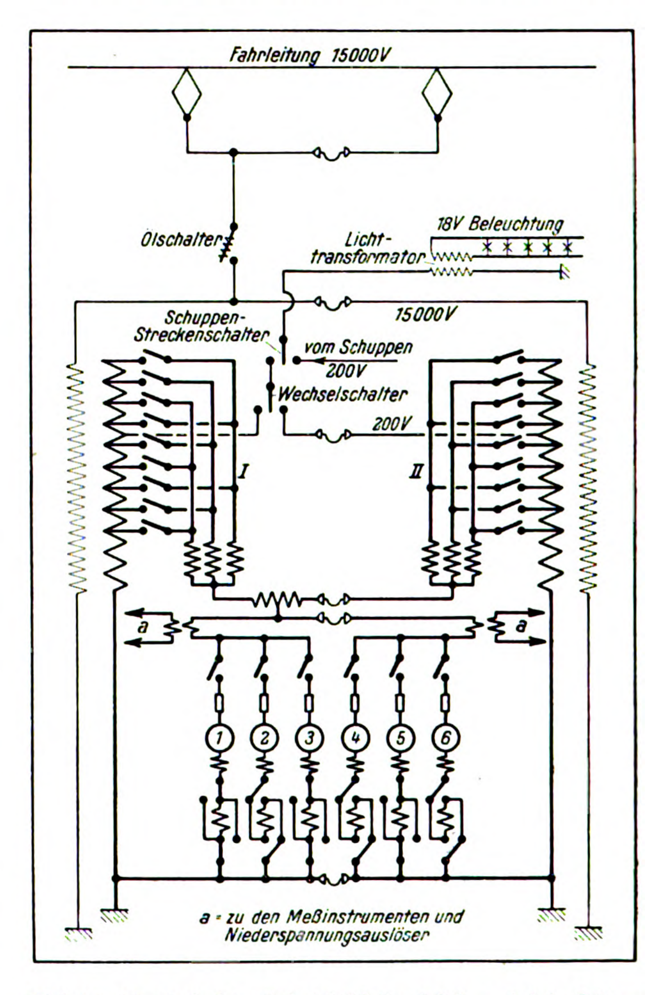


Bild 45. Vereinfachtes Schaltbild der AAA + AAA-Güterzuglokomotive.

Digitized by Google

II. Siemens & Halske A.-G., Blockwerk.

Von W. Becker, Regierungsbaumeister a. D.

Die vom Blockwerk der Siemens & Halske A.-G. in Seddin ausgestellte ausschaltbare Blockstelle für zweigleisige Bahnen entspricht einem Vorschlage, der dem Ministerium gelegentlich einer Anfrage wegen zeitweiser Ausschaltung von Blockstellen gemacht wurde. Außerdem sind die beiden Tastensperren mit Vorrichtungen zur Verhütung vorzeitiger Auslösung der Tastensperren durch Kurzschluß versehen (Bild 1). Daneben wurde ein holländischer Weichenantrieb mit Zungenverriegelung gezeigt und eine 1,5 kW Benzindynamo, wie sie zur Aufladung von Batterien auf Stationen, die keinen elektrischen Anschluß haben, oder als Reservestromquelle verwendet wird.

Bild 2 zeigt den Siemens-Fahrkartendrucker auf der Ausstellung, der den Lesern der Zeitschrift schon bekannt ist[1]). Bild 3 ist ein Blick in die Fahrkartenausgabe des Hauptbahnhofes Stuttgart, der mit Siemens-Fahrkartendruckern ausgerüstet ist.

Die Hauptausstellung des Blockwerkes befand sich in dem am Ostende der Ausstellung gelegenen Stellwerk Sot (Bild 4). Die ganze Ausstellung war nach den Besprechungen mit dem V. D. I. und dem Ministerium als Ausstellung für Eisenbahnfachleute angelegt und sollte nur noch nicht allgemein bekannte Neuerungen zeigen. Ein Siemenssches großes elektrisches Stellwerk wurde aus diesem Grunde nicht ausgestellt. Allein ein kleines Siemenssches Schalterwerk für kleine Stationen (Bild 5) wurde zum Anschalten der neuesten Weichenantriebe und Signale benutzt. An Weichenantrieben konnte der jetzt übliche mit der Federaufschneidevorrichtung im Betrieb vorgeführt werden. Derselbe Antrieb wurde in Seddin zum erstenmal mit Wechselstrommotor gezeigt. Bemerkenswert war der Vergleich zwischen den in Deutschland üblichen Konstruktionen und dem holländischen elektrischen Weichenantrieb in der Ausführung von S. & H. Dieser in der Konstruktion einfache Antrieb ist dadurch gekennzeichnet, daß die Holländer auf das Hakenschloß verzichten. Jede Zunge hat ihre eigene Stellstange. Die anliegende Zunge wird stets durch eine sinnreiche Einrichtung des Antriebes verschlossen. Bei der Konstruktion ist die Aufschneidbarkeit gewährt. Der Antrieb ist einfach und gefällig und wird für Holland ausschließlich hergestellt.

Bild 1. Ausschaltbare Blockstelle.

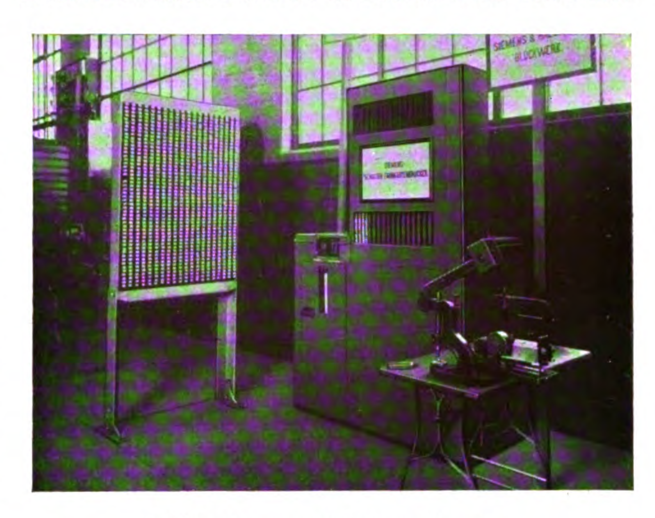


Bild 2. Siemens-Fahrkartendrucker.



Bild 3. Fahrkartenausgabe auf dem Hauptbahnhof Stuttgart.

[1]) Siemens-Zeitschrift 1923, S. 197.

Digitized by Google



Bild 4. Das Stellwerk „Sot“ mit der Sonderausstellung S. & H. (Blockwerk).

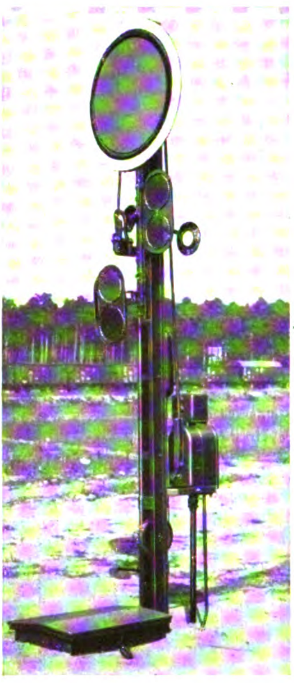




Bild 6. Vorsignal mit Schwachstromsignalantrieb.

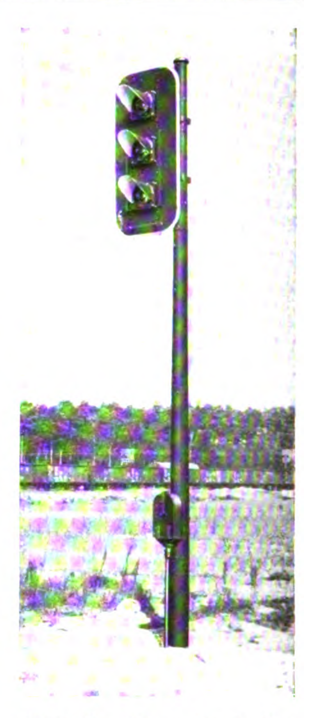


Bild 7. Tagessignal für Vollbahnen.

An dem einen Signalschalter lag der neue Schwachstromsignalantrieb von S. & H., der ein Vorsignal bewegt (Bild 6). Die Stellung von weit von dem Stellwerk entfernten Vorsignalen macht bei mechanischen Stellwerken stets große Schwierigkeiten, was früher die Ausführung von Preßgasantrieben veranlaßte. Jetzt hat man in dem elektrischen Schwachstromsignalantrieb einen geeigneten besseren Ersatz gefunden. Der Antrieb



Bild 5. Ausstellung im unteren Raum von „Sot“.

arbeitet bei 16 V Spannung mit 7–8 A. Als Stromquelle ist eine 8 Zellen große Akkumulatorenbatterie an dem Vorsignal mit einem Kasten, der im Winter genügend abgedichtet werden kann, eingegraben. Diese Batterie wird vom Stellwerk aus mit Wechselstrom über Glimmlampen mit 0,3 A aufgeladen, wenn der Spannungsmesser ein Fallen der Spannung anzeigt, reicht aber für etwa 5000 Umstellungen. Die Aufladung kann auch mit Gleichstrom erfolgen. In der Ausstellung wurden beide Aufladungsmöglichkeiten gezeigt. Die Anschaltung des Antriebes geschieht durch den Kontakt eines Magnetschalters, der über dem Antrieb angebracht ist. Auf der Ausstellung wurde dieser durch den einen Signalschalter am Tischstellwerk erregt. Bei der praktischen Ausführung im Betriebe würde sie durch einen Kontakt am Hauptsignalflügel erfolgen. Im Stellwerk befindet sich dann nur für die Aufladung eine kleine Schalttafel mit Voltmesser, Schalter, Kontrollampe, Glimmlampe und Rückmelder (Bild 5).

Neben dem Vorsignal mit Schwachstromantrieb stand ein Lichtsignal neuester Bauart für Vollbahnen, das bei bestem Sonnenlicht 1200 m weit deutlich zu erkennen ist (Bild 7). Es hat als Blockhauptsignal drei Lampen, zwei rote und eine grüne. Es brennt stets nur eine rote oder eine grüne Lampe, je nach der Stellung des Schalters am Tischschalterwerk. Ist die eine rote Lampe gestört, so schaltet sich selbsttätig

Digitized by Google

die andere ein. Der Stellwerkswärter sieht an seinem Rückmeldefenster (Bild 5 über dem Schalterwerk), daß eine rote Lampe gestört ist, und kann sie sofort ersetzen. Die Gefahranzeige des Signales ist also stets gesichert. Verwendet sind zu den Lichtsignalen 16V-Lampen mit Stufenlinsen und Farbscheiben.

Neben dem Tischschalterwerk standen im unteren Stockwerk des Stellwerkes Sot (Bild 5) zwei durchschnittene Ölschienenkontakte. Der eine stellt eine ältere Ausführung dar, die von Siemens & Halske schon vor dem Kriege viel für Sibirien für Toluolfüllung geliefert wurde, da man dort ein Einfrieren des Quecksilbers befürchtete. Der Gedanke des Ölkontaktes ist also durchaus nichts Neues. Daneben hatte ein Quecksilberkontakt jetzt üblicher Bauart mit einem Einsatz Aufstellung gefunden, wie er jetzt auf Wunsch geliefert wird.

Die Neukonstruktion der 1893 von Siemens & Halske eingeführten Signalflügelkupplung für mechanisch gestellte Signale (Bild 8) läßt sich mit 95 mm Breite einschließlich aller Befestigungsteile auch an jedem Schmalmast von 100 mm verwenden. Ihre konstruktive Durchbildung nimmt vor allem darauf Rücksicht, daß die Unterhaltung von Flügelkupplungen einem Personal obliegt, das sonst nur mechanische Stellwerke mit ihren wenig feinmechanischen und meist im Freien liegenden Teilen zu unterhalten hat. Sie ist deshalb in ihren Einzelheiten derb und kräftig ausgeführt, die Einzelteile sind nach Lösen zweier großer Schrauben und Abnehmen eines Riegels gut zugänglich. Als Hauptvorteil wird aber die einfache klare und übersichtliche Arbeitsweise allgemein anerkannt. Gleitende, starke Abnutzung erzeugende Reibungen sind durch

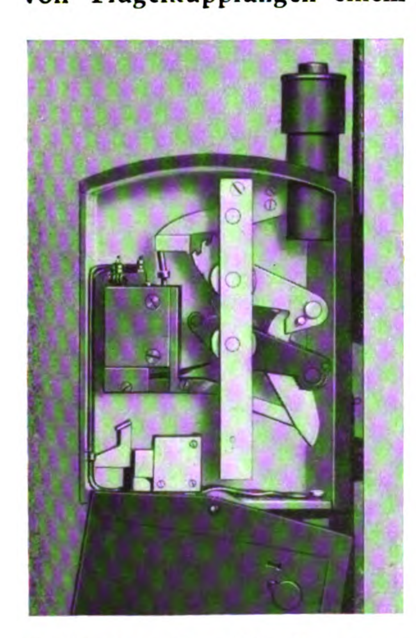


Bild 8. Neue Signalflügelkupplung.



Bild 9. Halbselbsttätiges Schalterwerk.

Verwendung kräftiger Rollen vermieden, ebenso leicht zum Fressen neigende, aufeinander gleitende Achsen. Klar und übersichtlich wie das Arbeiten der Kupplung ist auch der Eintritt und das Aufheben des mechanischen Verschlusses. Eine kleine Ölbremse mindert den Schlag des fallenden Flügels. Gegenüber allen bestehenden Konstruktionen ist sie unbedingt als bedeutender Fortschritt anzusehen.

Im oberen Stockwerk des Stellwerks Sot (Bild 9), dem späteren eigentlichen Stellwerksraum, war ein halbselbsttätiges Stellwerk aufgestellt, wie es jetzt für die Nordsüdbahn gebaut wird. Es ist ein Stellwerk, vorgesehen für eine Untergrundbahnstation, die im normalen Betrieb nur als Durchgangsstation gilt, in der aber auch Züge nach Bedarf kehren oder aussetzen können. Deshalb ist das Stellwerk so eingerichtet, daß bei auf „gerades Gleis“ stehenden Weichen und auf „Durchfahrt“ stehenden Signalen durch einen Schalthebel das ganze elektrische Stellwerk ausgeschaltet ist und unbesetzt gelassen werden kann. Die Signale arbeiten dann ganz selbsttätig mit der automatischen Blockung. Die hierfür auf der Ausstellung in Seddin ausgeführte Form ist völlig frei von den Schaltarten der amerikanischen Vorbilder.

Soll ein Zug auf der Station kehren, so wird der Schalthebel umgelegt. Das Stellwerk ist nun wie jedes elektrische Stellwerk für alle Arten von Fahrten bedienbar. In der Ausstellung waren nur das Gleis und die Fahrtrichtung mit der Abzweigungsweiche angeschlossen und für die automatische Blockung eingerichtet. Das Blocksignal und das zweibegriffige Signal vor der Weiche sind Tageslichtsignale für Hochbahnverhältnisse,

Digitized by Google

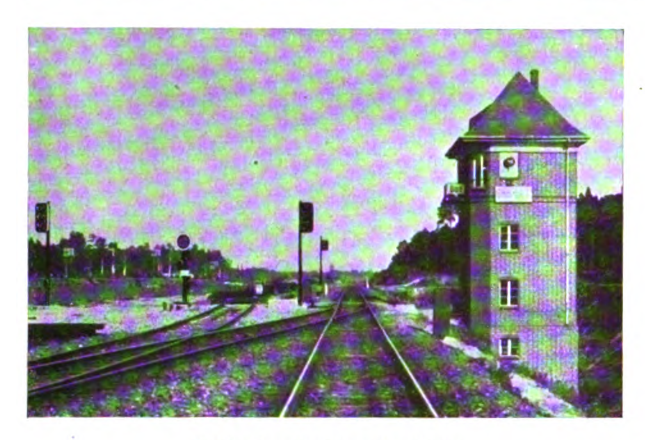


Bild 10. Stellwerk „Sot".

d. h. etwa 400—500 m Sichtweite bei Sonnenwetter (Bild 10, die Signale am Gleis rechts). Diese Signale beabsichtigt man auf städtischen Schnellbahnen einzuführen, damit der Führer im Tunnel und auf der Hochstrecke stets dasselbe Signal erhält.

Eine Gleistafel, über dem Stellwerk aufgehängt, zeigt die jeweilige Besetzung der Strecken, die Stellung der Weichen und Signale (Bild 9). Die Anzeige der Stellung der Weichen kann auch in besonderen Rückmeldefenstern des Stellwerkes erfolgen.

Im Lichthof der Technischen Hochschule wurde das Modell einer selbsttätigen Ablaufanlage für Verschiebebahnhöfe, wie sie in Herne von den Franzosen zerstört ist, im Betrieb vorgeführt, ebenso lief dort ein Film, der die Arbeitsweise des Siemens-Fahrkartendruckers zeigte.

III. Siemens & Halske A.-G., Wernerwerk

Mitgeteilt von der Literarischen Abteilung der S. & H. A.-G.

Die Beziehungen zwischen der Eisenbahn und Siemens & Halske sind so alt wie die Firma selbst. In den beiden ersten Jahrzehnten ihres Bestehens war die Ausrüstung der deutschen Eisenbahnen mit Telegrapheneinrichtungen ein wesentlicher Teil ihres Arbeitsgebietes. Die Ausstellungen des Wernerwerks der Siemens & Halske A.-G. ließen erkennen, daß diese auch heute noch mit Erfolg bestrebt ist, die Einrichtungen, die zur Sicherung des Eisenbahnbetriebes, zur Erleichterung und pünktlichen Durchführung des Verkehrs dienen, immer weiter auszugestalten und zu vervollkommnen.



Bild 1. Elektrische Fernmeldeeinrichtung für den Eisenbahnbetrieb.

So war auf Stand 6 in Seddin (Bild 1) ein Registrierapparat zum Messen der Fahrgeschwindigkeit von Eisenbahnzügen ausgestellt. Der Apparat ist dazu bestimmt, die Fahrgeschwindigkeit auf Gefahrstrecken zu überwachen. Das Registrierpapier wird täglich gewechselt und ist um eine Trommel gelegt, die von einem Uhrwerk täglich einmal herumgedreht wird. Überfährt der Zug einen am Beginn der Gefahrstrecke liegenden Schienenkontakt, so setzt sich eine Schreibfeder in gleichmäßige, durch ein Pendel geregelte Bewegung und zeichnet eine Linie quer zur Bewegungsrichtung des Registrierstreifens; fährt der Zug über den Schlußkontakt, so fällt die Feder in die Anfangsstellung zurück. Aus der Länge der aufgezeichneten Linie ergibt sich, wieviel Zeit der Zug zum Durchfahren der Strecke gebraucht hat. Die Lage der Linie auf dem Registrierstreifen läßt aber auch die Zeit erkennen, zu welcher der Zug die Strecke befahren hat, so daß man auch die Zugnummer feststellen kann.

Der Sicherheit des fahrenden Zuges und in gleicher Weise des Straßenverkehrs dienen selbsttätige Läutewerke für unbewachte Bahn-

Digitized by Google

übergänge, die von dem fahrenden Zug in Tätigkeit gesetzt und abgestellt werden und durch hörbare und sichtbare Zeichen auf das Herannahen eines Zuges aufmerksam machen.

Für die Reisenden kann der Verkehr durch elektrische Einrichtungen wesentlich erleichtert werden. Über die Fahrtrichtungen der abfahrenden Züge unterrichtet sie in Wartesälen ein *elektrischer Zugabfahrtmelder*. Die Fahrtrichtungen sind auf weißen Blechtafeln angegeben. Diese liegen in der Ruhelage in wagerechter Stellung und sind nicht sichtbar. Einige Zeit vor der Abfahrt eines Zuges wird die Tafel mit der entsprechenden Aufschrift aufgerichtet und bleibt bis zur Abfahrt des Zuges sichtbar.

Für Bahnsteige ist ein *elektrischer Zugabrufer* bestimmt, der nicht nur die Fahrtrichtung eines abgehenden Zuges angibt, sondern auch anzeigt, welcher Art der Zug und ob er zuschlagpflichtig ist. Das Einstellen des Zugabrufers wird von einer über den Gang der Züge genau unterrichteten Dienststelle mit Hilfe eines leicht zu bedienenden Einschaltapparates vorgenommen. Hat eine Eisenbahnstrecke, z. B. eine Stadtbahnstrecke, einen besonders dichten Zugverkehr, und sind die Fahrtziele der über diese Strecke verkehrenden Züge verschieden, so ist es eine wesentliche Erleichterung für die Reisenden, wenn sie nicht nur über das Fahrtziel des nächsten Zuges, sondern auch über das der ihm folgenden unterrichtet werden. Diesem Zwecke dient der *elektrische Zugfolgeanzeiger*. Er kennzeichnet die Fahrtziele der nächsten drei Züge einer Fahrtrichtung und gibt gleichzeitig an, in welcher Reihenfolge diese Züge verkehren. Das Einstellen des Fahrtzieles nimmt bei jedem Zug ein Beamter auf dem Anfangsbahnhof vor, von dem aus die Züge über die Stadtbahn abgefertigt werden. Die Angaben auf den einzelnen Haltestellen werden jedesmal selbsttätig geändert, sobald der ausfahrende Zug einen Schienenstromschließer überfährt.

Wie der Reisende auf dem Bahnsteig rechtzeitig über seinen Zug unterrichtet sein möchte, so liegt dem Reisenden im Zuge sehr oft daran, zu wissen, wann die Haltestelle kommt, an der er aussteigen will, damit er sich rechtzeitig auf das Verlassen des Zuges vorbereiten kann, was z. B. für den Schnellverkehr auf Untergrundbahnen sehr wichtig ist. Zu dem Zwecke kann man in den Wagen eine besondere *Anzeigevorrichtung* anbringen. Auf dem Stande des Wernerwerks befand sich eine solche, die die Form eines Transparentes mit darauf gezeichnetem Streckenplan hatte. Jede Haltestelle ist durch eine kleine Glühlampe gekennzeichnet, neben der der Name der Haltestelle steht. Beim Ausfahren des Zuges leuchtet die Lampe auf, die die nächste Haltestelle bezeichnet. Damit über die Fahrtrichtung des Zuges kein Zweifel besteht, wird diese durch einen leuchtenden Pfeil bezeichnet.

Die schnelle Verständigung zwischen zwei oder mehreren zusammenarbeitenden Dienststellen ist nur durch elektrische Einrichtungen möglich. Um z. B. auf einem Verschiebebahnhof dem Stellwerk die Nummer des Gleises bekanntzugeben, in das die nächsten Wagen geleitet werden sollen, wird am Ablaufberg ein Geber aufgestellt, dem im Stellwerk ein Empfänger entspricht. Die Gleisnummer, die am Ablaufberg mit Hilfe eines Handgriffes oder Handrades eingestellt wird, erscheint sofort im Empfänger des Stellwerks. Die einfachste Art solcher *Gleismelder-Anlagen* läßt sich je nach den örtlichen Verhältnissen in verschiedener Weise erweitern. Solche Gleismelder arbeiten in allen Fällen zuverlässig; wo man mit mündlicher Angabe der Gleisnummer auszukommen glaubt oder auch eine Gleismelderanlage ergänzen will, ist ein *Lautfernsprecher* vorteilhaft zu verwenden. Er überträgt die Sprache fast in der Stärke, mit der das Mikrophon am Ablaufberg besprochen wird. Der Stellwerksbeamte kann die Gleisnummer, die ihm durch den Lautsprecher übermittelt wird, hören, ohne seinen Platz verlassen und an einen Fernsprechapparat gehen zu müssen. Er hat außerdem die Möglichkeit, sofort zurückzufragen, wenn er die Nummer nicht recht verstanden hat.

Der Fernsprecher hat überhaupt im Eisenbahnwesen große Bedeutung erlangt und ist dem Eisenbahntelegraphen gleichwertig geworden. Bei Linienfernsprechern, bei denen mehrere an einer Strecke liegende Sprechstellen dieselbe Leitung benützen, war es bisher ein Übelstand, daß die für eine Stelle bestimmten Rufzeichen von allen an derselben Leitung liegenden Sprechstellen mitgehört werden mußten. Das wird

Digitized by Google

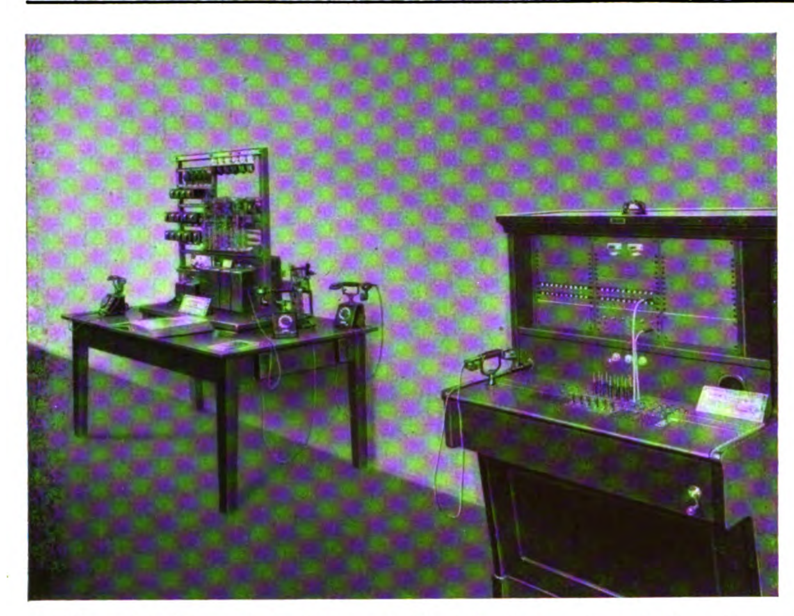


Bild 2. Okli-Schrank (rechts) und Modell einer automatischen Fernsprechzentrale (links).

dort vermieden, wo der Linienfernsprecher für Einzelanruf benützt wird. Dort kann jede Sprechstelle jede beliebige andere derselben Linie ohne Mitwirken einer Zentralstelle anrufen, ohne daß an den nicht verlangten Sprechstellen ein Rufzeichen ertönt. Bei den ausgestellten Fernsprechern dieser Art ist es außerdem möglich, sämtliche an der Linie liegenden Sprechstellen gleichzeitig anzurufen.

Sollen an einer Zentralstelle nicht nur Fernsprechverbindungen für den inneren Betrieb hergestellt werden, sondern auch Verbindungen mit einem öffentlichen Fernsprechamt, so haben sich dafür die Okli-Verbindungsschränke (Bild 2) bewährt. Bei diesen Schränken werden alle Verbindungen mit den gleichen Stöpseln und Schnüren hergestellt. Trotzdem ist es nicht möglich, zwischen einer nicht zum Amtsverkehr zugelassenen Sprechstelle und dem Amt eine Verbindung herzustellen. Verbindungen mit dem Amt sind nur möglich, wenn die Sprechstelle für den inneren Verkehr gleichzeitig Postnebenstelle ist.

Auf die Tatsache, daß in neuerer Zeit die automatische Telephonie, wie auf allen Gebieten, so auch im Eisenbahnbetrieb immer mehr Eingang findet, wies das ausgestellte Modell einer automatischen Fernsprechanlage (Bild 2) hin. Es zeigt, wie die Apparate gebaut sind, die für eine Selbstanschluß-Fernsprechanlage nach dem Eisenbahnsystem erforderlich sind. Dieses Modell war, wie auch alle bereits geschilderten Geräte, betriebsfertig eingeschaltet, und es konnten damit unter Verwendung von vier Tischapparaten gleichzeitig zwei vollständige Verbindungen gezeigt werden. An dem Modell befanden sich neben dem Polwechsler zur Erzeugung des Rufstroms auch die optischen Überwachungssignale.

Wie an die Apparate für Fernmeldeanlagen, so werden auch an die Fernmeldeleitungen im Eisenbahnbetriebe besondere Ansprüche gestellt. Damit die Übertragung der Meldungen und Signale unter allen Umständen gesichert ist, geht man mehr und mehr dazu über, die Leitungen in Kabeln zu verlegen, wozu man besonders auf solchen Bahnstrecken genötigt ist, die mit Wechselstrom elektrisch betrieben werden. Die Ausstellung auf Stand 6 in Seddin zeigte verschiedene Muster von Fernmeldekabeln sowie Kabelgarnituren, die für den Eisenbahnbetrieb besonders geeignet sind. Ausgestellt waren auch Muster von Pupinspulen für Freileitungen und Kabel, die in Fernsprechleitungen eingebaut werden, um eine gute Verständigung bei sparsamer Ausnutzung des Leitungsmaterials zu erhalten.

Ein in der Technischen Hochschule (Stand 25) ausgestelltes Modell stellte eine Kabelverlegung im Gebirge dar.

Auf dem benachbarten Stand (26) wurde gezeigt, wie sich mit Hilfe von Elektronenröhren der Sprechverkehr über Fernsprechleitungen verbessern und die Reichweite der Leitungen vergrößern läßt (Bild 3). Je nach den Eigenschaften einer Leitung werden durch sie die Sprechströme gedämpft und verzerrt. Durch den Einbau von Doppelrohr-Zwischenverstärkern können nicht nur die gedämpften Sprechströme verstärkt, sondern auch die Verzerrungen ausgeglichen werden, so daß sich auch auf weite Entfernungen eine einwandfreie Sprachübertragung ergibt.

Eine Erforschung der Vorgänge bei der Sprachübertragung ist nur mit Hilfe genauer Messungen möglich. Von Meßgeräten hierfür zeigte die Ausstellung eine Magnetsummerschaltung, die für Meßzwecke fast rein sinusförmigen

Digitized by Google

Wechselstrom etwa von der Kreisfrequenz 5000 erzeugt. Mit Hilfe des Dämpfungsmessers mit veränderlichem Wellenwiderstand ist man in der Lage, die Dämpfung von Fernsprechleitungen und Apparat-Anordnungen und die Verstärkungsziffer von Verstärkern zu ermitteln. Außerdem kann man mit dieser Einrichtung den Grad des Nebensprechens in Viererleitungen und die Symmetrie von Vierersystemen prüfen. Der Wellenwiderstand ist veränderlich und wird den zu untersuchenden Leitungen oder Apparaten angepaßt.



Bild 4. Links: Relais-Hauptuhr mit selbsttätiger Synchronisiereinrichtung. Daneben: Empfangseinrichtung einer selbsttätigen Feuermeldeeinrichtung. Mitte: Uhren-Unterzentrale und Nebenuhren.

Pünktlichkeit und Sicherheit des Eisenbahnverkehrs hängen wesentlich davon ab, daß in dem gesamten Verkehrsgebiet die Zeitangaben übereinstimmen. Bereits im Jahre 1896 hatte die Eisenbahn durch Siemens & Halske eine Einrichtung schaffen lassen, durch die unter Benutzung der Eisenbahn-Telegraphenleitungen täglich einmal im gesamten Reichsbahngebiet ein Zeitsignal gegeben wird, das den Zeitpunkt 8 Uhr 0 Minuten 0 Sekunden mitteleuropäischer Zeit genau bezeichnet und nach dem die für die einzelnen Bahnhöfe maßgebenden Hauptuhren von Hand richtiggestellt werden können. Um die Mitwirkung von Personen beim Richtigstellen der Uhren gänzlich auszuschalten und auf diese



Bild 3. Doppelrohr-Zwischenverstärker, Magnet-Summerschaltung, Dämpfungsmesser.

Weise die wesentlichen Vorteile einer selbsttätigen Synchronisierung der Hauptuhren zu erzielen, benutzt die Siemens & Halske A.-G. neuerdings das telegraphische Zeitzeichen selbst, das eine Dauer von etwa zwei Minuten hat und den genauen Zeitpunkt durch das Ende eines langen Striches bezeichnet. Während die Morseapparate diesen Strich schreiben, wird selbsttätig eine Einrichtung eingeschaltet, die ebenfalls selbsttätig die Zeiger der zu regelnden Hauptuhr auf 8 Uhr 0 Minuten 0 Sekunden stellt, wenn in diesem Zeitpunkt die Zeigerstellung davon abweicht. Das Arbeiten einer solchen Einrichtung wurde an einer in der Technischen Hochschule ausgestellten Relais-Hauptuhr gezeigt.

Eine im Eisenbahnbetriebe viel benutzte Möglichkeit, eine ganze Reihe von Uhren auf gleicher Zeit zu halten, besteht darin, daß man von einer Hauptuhr aus das Zeigerwerk einer größeren Anzahl von Nebenuhren, die kein eigenes Gangwerk haben, minutlich fortschalten läßt. Sind die Gebiete, innerhalb deren die Uhren auf gleicher Zeit gehalten werden sollen, ausgedehnter, so geht man in der Weise vor, daß man an geeigneten Stellen Unter-Hauptuhren aufstellt oder Unterzentralen errichtet, an die die Nebenuhren angeschlossen werden. Diese Unter-Hauptuhren werden von der Hauptuhr synchronisiert und halten ihrerseits die Nebenuhren auf der gleichen Zeit. In dieser Weise ist die Zentral-Uhrenanlage für den Reichsbahn-Direktionsbezirk Berlin angelegt. Die Unterzentralen entsprechen in ihrem Aufbau vollkommen der Betriebszentrale. Damit Betriebsunterbrechungen vermieden werden, wird bei Störungen selbst-

Digitized by Google

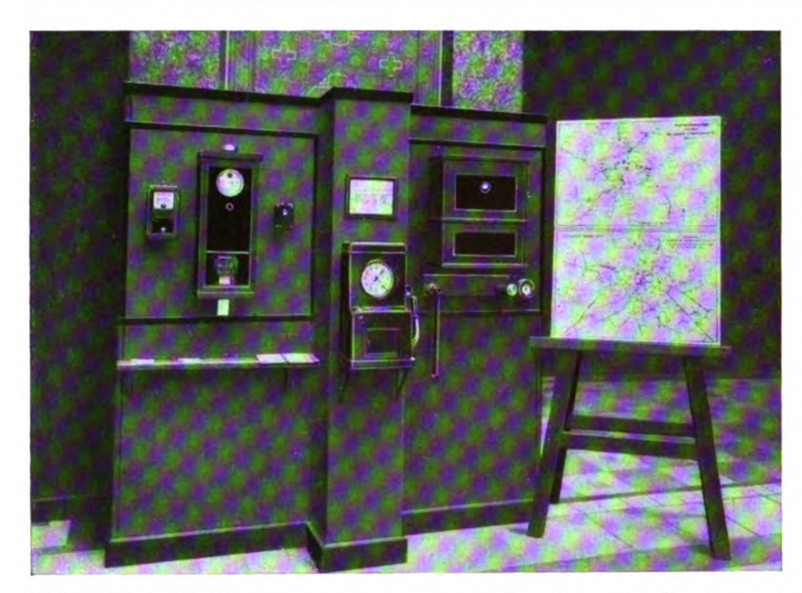


Bild 5. Links: Wächter-Kontrollapparat nach dem Typendruckverfahren. Mitte: Arbeitszeit-Kontrollapparat. Rechts daneben: Tresorsicherungsanlage. Ganz rechts: Karten über das Netz der Zentraluhrenanlage im Reichsbahn-Direktionsbezirk Berlin.

tätig auf Reserveapparate umgeschaltet. Hörbare und sichtbare Signale machen auf die erfolgte Umschaltung und die eingetretene Störung aufmerksam, so daß diese unverzüglich beseitigt werden kann. Ausgestellt war eine für die Berliner Straßenbahnen bestimmte, nach Art der Eisenbahn-Unterzentralen gebaute Uhren-Unterzentrale, deren Hauptuhr von der der Eisenbahn-Bezirkszentrale auf gleicher Zeit gehalten wird. Eisenbahn, Straßenbahn und Hoch- und Untergrundbahnen werden also künftig in Berlin gleiche Zeit haben.

Bild 6. Links: Temperaturmeßgeräte und Rauchgasprüfer. Rechts: Selbsttätige Feuermelder und Empfangseinrichtung. Dazwischen: Selbsttätige synchronisierte Hauptuhr.

Bekanntlich können im Anschluß an eine Zentral-Uhrenanlage mancherlei andere Einrichtungen betrieben werden, wie z. B. Pausen-Signaleinrichtungen für Eisenbahnwerkstätten, Zeitstempel usw. Solche Zeitstempel-Einrichtungen dienen besonders im Betriebe der Werkstätten dazu, die genaue Zeit des Eintretens bestimmter Ereignisse festzuhalten. Der Arbeitszeit-Kontrollapparat von Siemens & Halske (Bild 5, Mitte) unterscheidet sich dadurch von anderen Systemen, daß bei ihm nicht nur die genaue Zeit auf die Kontrollkarte gestempelt, sondern diese auch gleichzeitig in eigenartiger Weise gelocht wird, was eine Vereinfachung der Lohnberechnung ermöglicht und Fälschungen ausschließt. Die Kontrollkarten lassen sich leicht mit Hilfe einfacher Rechenbretter auswerten, dies kann aber auch vollkommen selbsttätig durch besondere Rechenmaschinen geschehen.

Der elektrische Zeitstempel ist auch ein wesentlicher Bestandteil des Empfangsapparates einer Wächter-Kontrolleinrichtung nach dem Typendrucksystem (Bild 5, links). Der Empfangsapparat stempelt die Nummer eines betätigten Melders und die Zeit des Eingangs der Meldung in Typenschrift auf einen Registrierstreifen, so daß nachträglich festzustellen ist, ob der Wächter den vorgeschriebenen Weg gegangen ist. Die Einrichtung kann auch zu Feuermeldungen benutzt werden. Bei einer Feuermeldung wird ein Alarm ausgelöst, und es erscheint außer der Nummer des Melders und der Zeitangabe auf dem Registrierstreifen der Buchstabe »F«.

Für Werkstätten und Lagerräume wertvoll sind die selbsttätigen Feuermelder (Bild 6). Sie melden ein ausbrechendes Feuer bereits im Entstehen, indem die Melder auf die mit jedem Feuer verbundene Erhöhung der Raumtemperatur ansprechen. In der Ausstellung sah man die

Digitized by Google

verschiedenen Melderarten: Maximalmelder, die auf eine Temperatur von 40–90 Grad einstellbar sind, Differentialmelder vereinigt mit Maximalmeldern, und Schmelzlotmelder. Bei einer Meldung wird an der Empfangseinrichtung der Aufstellungsort des entsprechenden Melders, also der Gefahrort, durch eine herabfallende Klappe bekanntgegeben, und gleichzeitig ertönen Alarmwecker. In besonderer und von einer Feuermeldung verschiedener Weise werden Drahtbruch und Leitungsstörung gemeldet.

Ausgestellt war an Sicherheitseinrichtungen außerdem noch eine Tresorsicherungsanlage (Bild 5), die anspricht, sobald die zu sichernde Tresortür Erschütterungen oder Formänderungen erleidet, die aber keinen Alarm auslöst, wenn z. B. das ganze Gebäude erschüttert wird. Bei Anlagen der ausgestellten Art findet ein Alarm auch dann statt, wenn versucht wird, sie durch Kurzschließen oder Durchschneiden von Leitungen oder Abschalten der Stromquelle außer Betrieb zu setzen.

Wie die Aufgaben einer sparsamen Wärmewirtschaft am besten zu lösen seien, das sind Fragen, die heute die Ingenieure der Eisenbahnen ebenso lebhaft beschäftigen wie die Techniker ganz allgemein. Die Siemens & Halske A.-G. hat sich besonders die Ausbildung der Überwachungs- und Meßeinrichtungen für wärmewirtschaftliche Betriebe angelegen sein lassen. Der Stand 4 in der Technischen Hochschule (Bild 6) zeigte hauptsächlich Temperaturmeßgeräte, und zwar thermoelektrische Pyrometer und Widerstandsthermometer für festen Einbau und in tragbarer Form. Dazu waren verschiedene Ablese-Instrumente für Betriebszwecke und Laboratoriumsgebrauch ausgestellt, Temperaturmeßtafeln, die es ermöglichen, von einer Zentralstelle aus mit Hilfe eines einzigen Temperaturmessers die Temperaturen einer ganzen Reihe von Meßstellen zu überwachen, und registrierende Temperaturmesser. Nach Verfahren, die den bei Temperaturmessungen benutzten verwandt sind, werden bei den elektrischen Rauchgasprüfern von Siemens & Halske auch die Messungen zum Feststellen des Gehaltes der Rauchgase an Kohlensäure (CO_2) und an unverbrannten Gasen (CO und H_2) vorgenommen. Die messenden und anzeigenden Teile von Rauchgasprüfanlagen waren ebenfalls hier ausgestellt.

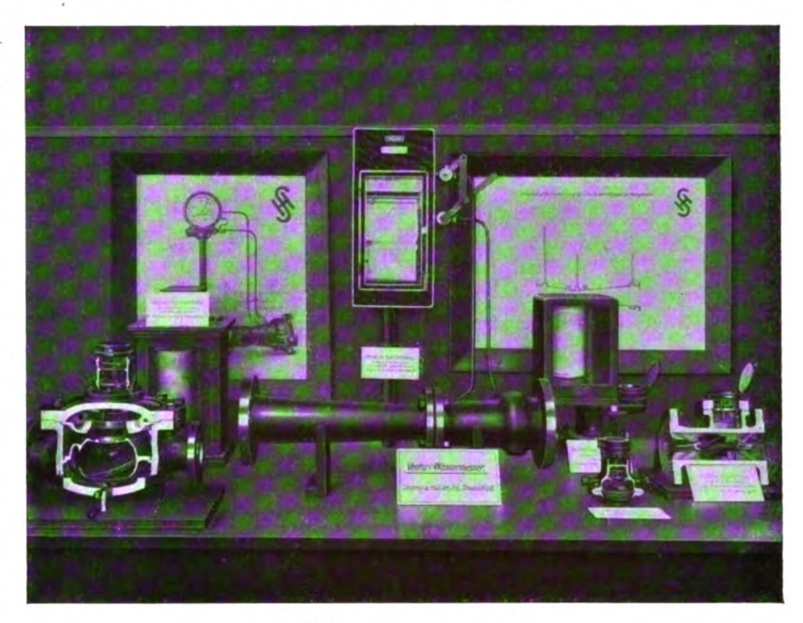


Bild 7. Wassermesser.

Eine noch vollständigere Übersicht über die von Siemens & Halske gebauten Überwachungseinrichtungen für die Wärmewirtschaft erhielt man in Seddin, wo der Wärmewirtschaftsbezirk 3 der Eisenbahndirektion Berlin auf Stand 159 eine Übersicht über die „Wärmebuchführung" gab. Hier waren Siemens & Halske in der Abteilung Wassermessung vertreten mit:

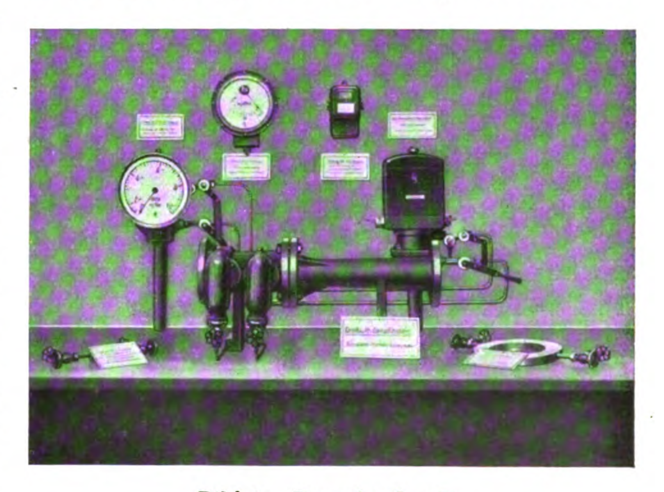


Bild 8. Dampfmeßgerät.

Kesselspeise-Heißwassermessern mit elektrischer Fernregistrierung, Venturi-Wassermessern mit mechanischem Registrierapparat, Kontroll-Schei-

Digitized by Google



Bild 9. Meßgeräte für die Untersuchung von Feuerungsanlagen: Rauchgasprüfer und Strahlungspyrometer.

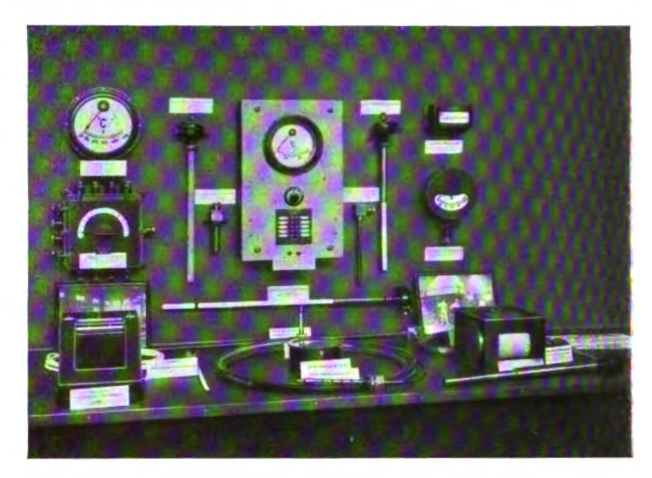


Bild 10. Temperaturmeßgeräte.

ben-Wassermessern (Schadensuchern) und Woltmann-Wassermessern (Bild 7). In der Abteilung Dampfmessung fand man Venturi-Dampfmesser mit mechanischem Anzeigeapparat sowie elektrischem Geber mit Anzeiger und Zähler. Außerdem waren hier Meßflansche für Dampf-, Gas- und Luftmessungen ausgestellt (Bild 8). Für die Untersuchung von Feuerungsanlagen waren vorhanden: Elektrische Rauchgasprüfer, Siemens-Glühfaden-Pyrometer und Ardometer mit anzeigenden und registrierenden Meßinstrumenten (Bild 9).

Endlich waren noch einmal Temperatur-Meßgeräte zusammengestellt: Widerstandsthermometer und thermoelektrische Pyrometer, darunter das auf den deutschen Reichsbahnen für Heißdampflokomotiven eingeführte Lokomotiv-Pyrometer; Anzeigeinstrumente in gebräuchlicher und wasserdichter Ausführung, Umschalter für Temperatur-Meßanlagen und registrierende Temperaturmeßgeräte vervollständigten das Bild (Bild 10).



Bild 11. Meßwagen für elektrische Lokomotiven.

Für die gründliche wissenschaftliche Untersuchung der elektrischen Lokomotiven hat das Eisenbahnzentralamt der Deutschen Reichsbahn in Berlin einen besonderen Meßwagen bauen lassen, dessen elektrische Meßeinrichtungen die Siemens & Halske A.-G. geliefert hat. Der Wagen ermöglicht es, die elektrische Arbeit zu messen, die die Lokomotive der Fahrleitung entnimmt, und durch Bestimmen der Zugkraft am Zughaken und der Geschwindigkeit die von der Lokomotive abgegebene Nutzarbeit zu messen. Weiter dienen die elektrischen Meßeinrichtungen des Wagens (Bild 11) auch dazu zu ermitteln, welchen Anteil am Verbrauch der zugeführten elektrischen Energie die Fahrmotoren, Luftkompressoren, Ölumlaufpumpen, Ventilatoren usw. der Lokomotive haben. Man kann also nicht nur den Wirkungsgrad der gesamten Zugförderung, sondern auch die einzelnen Wirkungsgrade aller Maschinenglieder der Lokomotive feststellen. Der Wagen hat auf den elektrisch betriebenen Vollbahnstrecken Schlesiens bereits zahlreiche, gut verlaufene Meßfahrten unternommen.

Digitized by Google

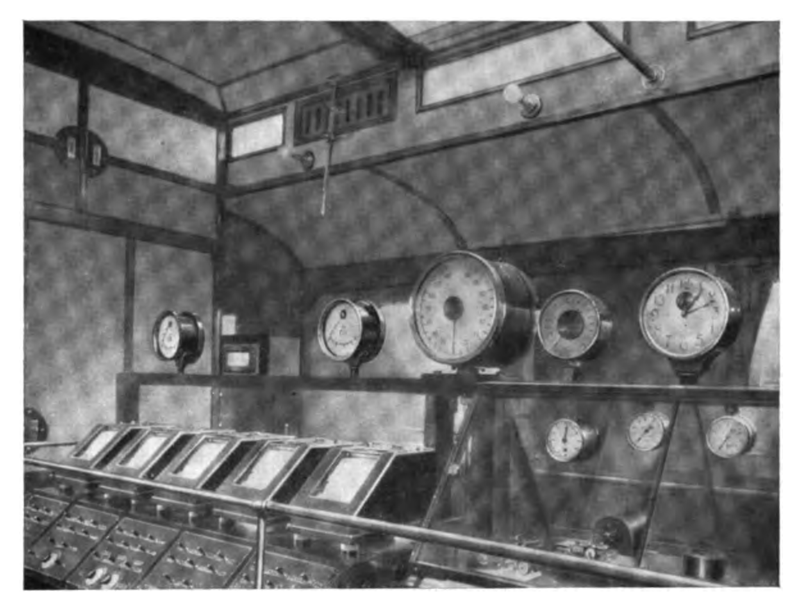


Bild 12. Meßwagen für Dampflokomotiven.

Einen Meßwagen für Dampflokomotiven hatte die Lokomotiv-Versuchsabteilung Grunewald ausgestellt. Er dient dazu, Dampflokomotiven während der Fahrt zu untersuchen, um Unterlagen darüber zu gewinnen, wie sich ein möglichst hoher Wirkungsgrad dieser Lokomotiven erreichen läßt. Da etwa 90 v. H. des gesamten Kohlenverbrauchs der Deutschen Reichsbahnen auf den Lokomotivbetrieb entfallen, ist leicht einzusehen, welche Bedeutung eine wirtschaftliche Ausnutzung der Kohle für den Eisenbahnbetrieb hat. Der Wagen ist für die wärmewirtschaftlichen Untersuchungen ebenfalls mit Meßgeräten von Siemens & Halske ausgerüstet. Der Gesamtwirkungsgrad der Dampflokomotive wird aus den gemessenen Werten von Zugkraft und Geschwindigkeit, sowie Kohlen- und Wasserverbrauch festgestellt.

Zum genaueren Bestimmen der einzelnen Wärmeverluste ist eine Temperatur-Registrieranlage mit fünf Dreifarbenschreibern (Bild 12, links) zum Anschluß von insgesamt 15 Meßstellen vorhanden. Außer den wichtigeren Temperaturwerten, die dauernd registriert werden, kann man weniger wichtige Meßstellen wahlweise an einen Temperaturmesser anschließen und ihre Temperaturen beobachten. Die Temperaturen werden mit elektrischen Widerstandsthermometern gemessen. Für die Rauchgasuntersuchungen wird das Rauchgas angesaugt und durch die normalen Geber im Meßwagen geleitet. Damit bei der Beurteilung der Lokomotivleistung der Dampfverbrauch der Zugbeheizung berücksichtigt werden kann, ist ein Siemens-Venturi-Dampfmesser mit Registriereinrichtung eingebaut.

Während die erwähnten beiden Meßwagen für Messungen an fahrenden Lokomotiven bestimmt sind, enthält ein dritter Meßwagen (Bild 13) die Einrichtungen zum Untersuchen ortsfester Anlagen auf ihren Zustand, ihren Wirkungsgrad und die Verbesserungsmöglichkeiten für die Anlagen selbst und ihren Betrieb.

In diesem Wagen sind von der Siemens & Halske A.-G. hauptsächlich die Überwachungsapparate für die Wärmewirtschaft geliefert. Von den zahlreichen Temperaturmeßeinrichtungen mit Thermoelementen und Widerstandsthermometern in verschiedenen Ausführungsformen seien besonders eine tragbare Temperatur-Meßeinrichtung und ein tragbares Ardometer zum Messen hoher Temperaturen erwähnt. Außerdem enthält dieser Meßwagen auch eine tragbare Rauchgasprüfanlage.

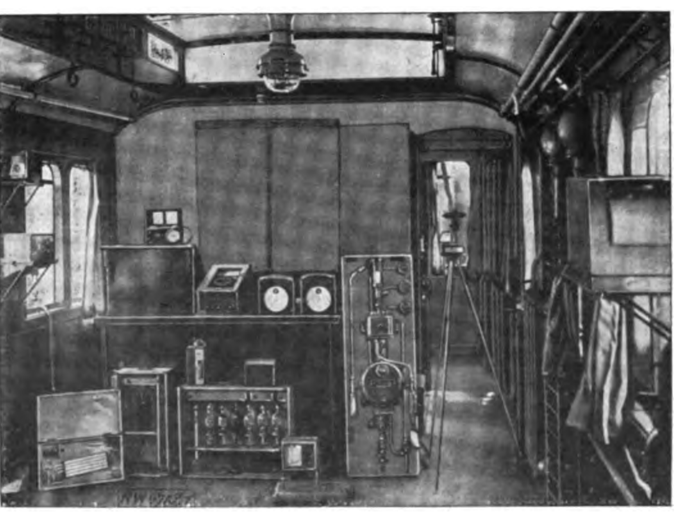


Bild 13. Meßwagen mit Einrichtungen zur Untersuchung ortsfester Anlagen.

Digitized by Google

Industriebahnen

Von Oberingenieur Passauer.

Auf dem Gebiet der Industriebahnen sind in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte zu verzeichnen. Der Übelstand, daß im deutschen Bergbau für Grubenbahnen keine einheitliche Spurweite vorhanden ist, sondern jede Grube ihre Bahn mit einer eigenen Spurweite angelegt hat, hat dazu geführt, daß wir heute im deutschen Bergbau nicht weniger als 43 verschiedene Spurweiten haben, die zwischen 430 und 780 mm schwanken. Außerdem hatten die einzelnen Gruben auch noch ihre Sonderwünsche bezüglich der Bauart der Lokomotive: Einige Gruben wollten den Führersitz an einem Ende der Lokomotive haben, andere in der Mitte; oder die eine Grube verlangte außer dem Führersitz noch einen Begleitersitz, die andere an jedem Ende einen Führersitz. Auch in der Wahl der Stromart und -spannung waren verschiedene Wünsche zu berücksichtigen. Manche Gruben wollten ihre Bahn mit 250 V Gleichstrom, andere wieder mit 500 V Gleichstrom oder mit Drehstrom oder Einphasenstrom usw. betreiben. Die Folge davon war, daß man die Grubenlokomotiven nicht in Vorrat oder als Reihenerzeugnis herstellen konnte, sondern jede Grubenlokomotive einzeln anfertigen mußte, was die Herstellungskosten natürlich sehr verteuerte. Die Bestrebungen der letzten Jahre haben aber doch zu einer Einigung auf eine

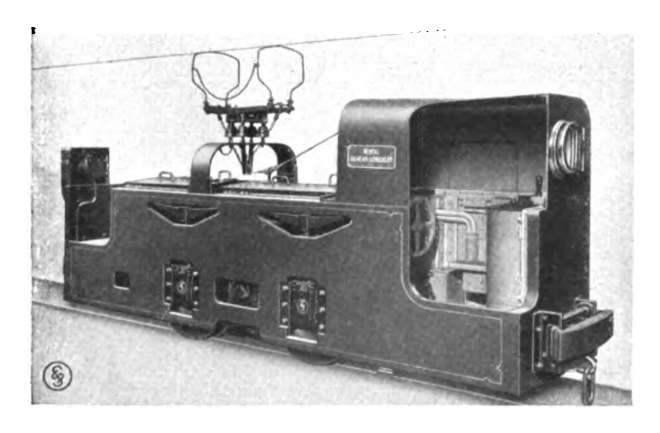


Bild 1. Normale Grubenlokomotive.

bestimmte Lokomotivform geführt, und auch die Bergbehörden haben als Stromart zum Betrieb der Grubenbahnen einheitlich 250 V Gleichstrom vorgeschrieben und lassen andere Stromarten und -spannungen nur in Ausnahmefällen und bei Befolgung besonderer Vorschriften zu. Dadurch war es den SSW möglich, eine normale Form für Grubenlokomotiven (Bild 1) herauszubilden. Freilich, die Verschiedenheiten der Spurweite, die im Bergbau nun einmal vorhanden sind, hat man nicht wieder beseitigen können; und daher kann die Normallokomotive auch nur bis auf die Radsätze lagermäßig hergestellt werden. Die Radsätze selbst müssen bei jeder Bestellung für die entsprechende Spurweite neu angefertigt werden. Jedoch werden die Achsen und Räder getrennt auf Lager gelegt, so daß in verhältnismäßig kurzer Zeit die Radsätze durch Aufpressen der Räder für die richtige Spurweite hergerichtet werden können. Die Lokomotive ist so gebaut, daß sie für Spurweiten von 450 bis 630 mm benutzt werden kann und erfaßt damit die am meisten gebräuchlichen Spurweiten. Sie hat eine äußere Breite von 900 mm und eine Gesamtlänge, über Puffer gemessen, von 4300 mm. Angetrieben werden die Achsen durch je einen Elektromotor von 18 bzw. 25 PS Leistung durch einfaches Zahnradvorgelege. Die Anker der Motoren laufen in Rollenlagern, die nur sehr geringer Wartung bedürfen und praktisch so gut wie gar keine Abnutzung aufweisen, so daß die früher häufig vorkommenden Störungen durch Auslaufen der Lager und Schleifen der Motoranker auf den Polschuhen ganz in Fortfall kommen. Die Zahnradvorgelege bestehen aus sogenannten Hartflankenrädern, das sind im Einsatz gehärtete Räder, die jahrelang laufen können, ohne ausgewechselt zu werden. Der Fahrschalter ist für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt sowie Reihen- und Parallelschaltung der Motoren eingerichtet und hat außerdem auf der Umschaltwalze Kontakte, mit denen es möglich ist, durch einfache Drehung des Hebels der Walze einen etwa schadhaft gewordenen Motor abzuschalten und nur mit einem Motor weiter zu fahren. Außerdem befindet sich auf der Lokomotive noch ein Kurzschließer, d. i. ein Schalter mit magnetischer Funkenlöschung, mit dem man die Fahrleitung über den Stromabnehmer der Lokomotive unmittelbar an Erde legen kann.

Digitized by Google

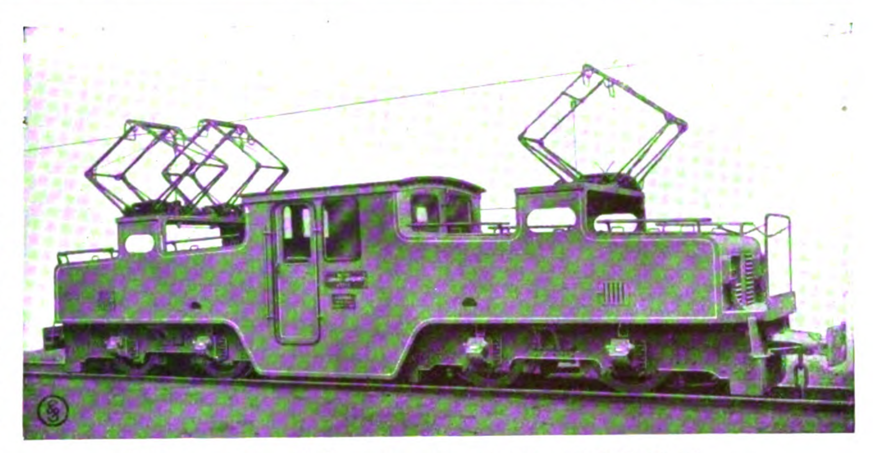
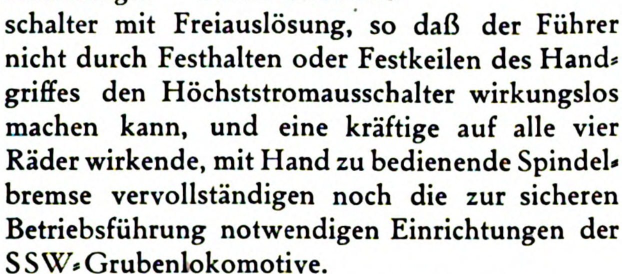


Bild 2. Abraumlokomotive für 480 PS, 1200 V Gleichstrom.



Hierdurch wird ein Kurzschluß erzeugt, der entweder den Höchststromausschalter in der Umformerstation zur Auslösung bringt, oder falls die Lokomotive verhältnismäßig weit vom Umformer entfernt in der Strecke steht, zum mindesten die Oberleitungsspannung an dieser Stelle auf das Potential 0 bringt, damit der Führer erforderlichenfalls Arbeiten an der Oberleitung gefahrlos vornehmen kann. Ein selbsttätiger Höchststromausschalter mit Freiauslösung, so daß der Führer nicht durch Festhalten oder Festkeilen des Handgriffes den Höchststromausschalter wirkungslos machen kann, und eine kräftige auf alle vier Räder wirkende, mit Hand zu bedienende Spindelbremse vervollständigen noch die zur sicheren Betriebsführung notwendigen Einrichtungen der SSW-Grubenlokomotive.

Eine andere Lokomotive, die in den letzten Jahren eine recht hohe Entwicklungsstufe erreicht hat, ist die elektrische Abraumlokomotive für Braunkohlenbergwerke, die die Dampflokomotive in neueren Anlagen fast ganz verdrängt hat. Als die Braunkohlenindustrie dazu überging, die Braunkohle auch bei größerer Stärke der Abraumdecke im Tagebau zu gewinnen, galt es, Lokomotiven zu konstruieren, die die gewaltigen Abraummassen von stündlich mehr als 400 m³ auf Entfernungen von 2—3 km fortschaffen können, wobei häufig noch Steigungen bis zu 25 v. H. in Richtung der Lastfahrt zu überwinden waren. Mit Dampflokomotiven waren derartige Leistungen nicht mehr zu bewältigen, da die Lokomotiven durch das Portal des Baggers, das sie durchfahren müssen, in ihren Abmessungen beschränkt sind. Die Aufgabe war also nur durch die Verwendung von elektrischen Lokomotiven wirtschaftlich zu lösen. Bild 2 zeigt eine derartige Lokomotive. Wegen der geringen Bauhöhe liegt das Führerhaus in der Mitte der Lokomotive zwischen den beiden Drehgestellen versenkt angeordnet, so daß der Führer trotz der großen Länge der Lokomotive die Strecke in beiden Fahrtrichtungen gut übersehen kann. Die Länge der Lokomotive über Puffer gemessen beträgt 11 270 mm, die äußere Breite 2200 mm und die Höhe von S. O. bis Oberkante Dach 2434 mm. Die Spurweite ist 900 mm und das Dienstgewicht beläuft sich auf rd. 46 t. Angetrieben werden die vier Achsen der Lokomotive durch je einen Elektromotor von 120 PS normaler Leistung, die zusammen 8800 kg Zugkraft, gemessen am Laufradumfang der Lokomotive bei einer Geschwindigkeit von rd. 14 km in der Stunde, entwickeln. Die Lokomotive vermag Züge von 200—275 t auf Steigungen bis zu 25 v. H. zu befördern. Der Betrieb erfolgt mit Gleichstrom, und zwar je nach der Ausdehnung der Bahnanlage entweder mit 600 oder mit 1200 V Spannung. Da die Abraumlokomotiven allgemein auf sehr schlechtem Unterbau fahren müssen, weil die Gleise samt der daran befestigten Leitungsanlage in kurzen Zeitabständen entsprechend dem Fortschreiten des Abbaues verschoben werden, so ist auf besonders kräftige Ausführung aller Teile Rücksicht zu nehmen. Der Oberkasten der Lokomotive besteht dementsprechend aus in ganzer Länge durchgehenden, ungeteilten Blechen von 30 mm Stärke. Mit Rücksicht auf die schweren Züge und großen Steigungen haben diese Lokomotiven eine auf alle Räder wirkende Luftdruckbremseinrichtung und Luftdrucksandstreuer. Die Druckluft wird auf der Lokomotive durch einen besonderen Motorkompressor erzeugt. Da die Fahrleitung einerseits unter dem Bagger durchgeführt ist, andererseits bei Straßenkreuzungen bis auf 5 m über S. O. hinaufgeht, sind die Stromabnehmer der Lokomotive so gebaut, daß sie Höhenunterschiede in der Fahrleitung bis zu 2,5 m ohne weiteres zulassen. Bei der Spannung von 1200 V werden die Fahrschalter in Ver-

Digitized by Google



Bild 3. Lokomotive zum Verschieben von Kokslöschwagen.

bindung mit einem besonderen Schütz geliefert (DRP), durch das der Strom beim Schalten unterbrochen wird, so daß also im Fahrschalter selbst überhaupt keine Abrißfunken mehr auftreten und eine Abnutzung der Fahrschalterkontakte kaum noch stattfindet. Die sehr kräftig gehaltenen Kontakte des Schützes haben eine große Lebensdauer, so daß die sonst erforderliche sorgfältige Wartung des Fahrschalters bei dieser Anordnung entbehrt werden kann. Die Abraumlokomotiven haben neben elektrischer Beleuchtung auch noch elektrische Beheizung des Führerhauses, um dem Führer auch bei strenger Kälte den Aufenthalt auf der Lokomotive angenehm zu machen.

Eine ebenfalls in den letzten Jahren neu entwickelte elektrische Lokomotive zeigt Bild 3. Diese Lokomotive zur Beförderung von Kokslöschwagen ist imstande, Lasten von etwa 75 t von der Koksbatterie zur Löschstelle und von dort zur Ladestelle zu befördern. Das Führerhaus ist erhöht angeordnet, damit der Führer die richtige Verteilung der Kokskuchen in dem Löschwagen beobachten und auch das hoch liegende Ventil zum Ablöschen der Kokskuchen vom Führerhaus aus bedienen kann. Die Lokomotive wird sowohl für Gleichstrom als auch für Drehstrom ausgeführt. Die Stromzuführung geschieht durch seitlich neben dem Gleis in etwa 2 m Höhe über S. O. angebrachte Schleifleitungen. Die Klappen des Kokswagens zum Entleeren des abgelöschten Koks werden ebenfalls vom Führerstande aus mittels Druckluft durch entsprechend angeordnete Hähne geöffnet und geschlossen. Die Druckluft wird durch einen auf der Lokomotive befindlichen Motorkompressor erzeugt, der auch die Druckluft zum Bremsen der Lokomotive liefert.

Auch auf Hüttenwerken gewinnt die elektrische Lokomotive immer mehr an Boden. Der Grund, warum es verhältnismäßig lange gedauert hat, bis die Hüttenwerke sich für den elektrischen Betrieb ihrer Bahnen entschlossen haben, lag darin, daß es auf den Hüttenwerken mit ihren weit verzweigten Gleisanlagen, die zum Teil unter Ladebrücken, Krananlagen und dergleichen hindurchführen, nicht möglich ist, überall Fahrleitungen anzubringen. Andererseits aber sind die von den Lokomotiven verlangten Leistungen so groß, daß sie nicht mit reinen Akkumulatorenlokomotiven bewältigt werden können. Man griff daher in neuerer Zeit zu einer Verknüpfung beider Betriebsarten, indem man die Oberleitungslokomotive auch noch mit einer Akkumulatorenbatterie ausrüstete, die die Speisung der Antriebsmotoren auf den Strecken übernahm, auf denen keine Oberleitung verlegt war. Um diese Lokomotiven zum Nachladen der Batterie nicht jedesmal dem Betrieb zu entziehen, muß man auf der Lokomotive eine Ladeeinrichtung anbringen, die

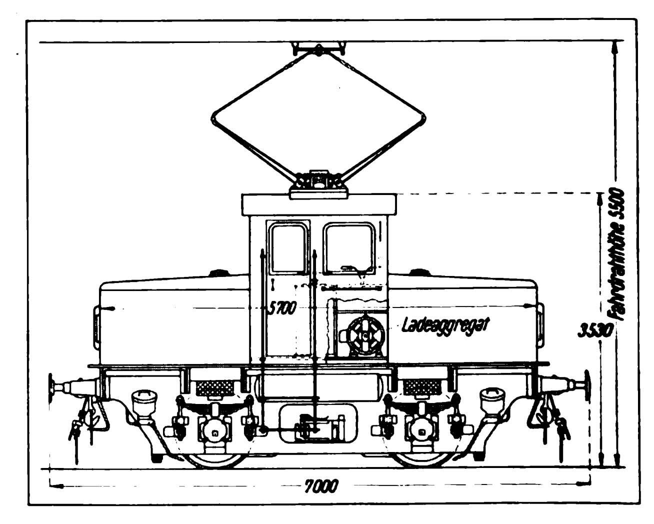


Bild 4. Hüttenwerklokomotive für gemischte Betriebe.

das Laden der Batterie auch während des Betriebes von der Oberleitung aus gestattet; denn die Auswechselung der entladenen Batterie

Digitized by Google

gegen eine inzwischen geladene ist bei der Größe der Batterie untunlich. Die SSW liefern daher Hüttenwerklokomotiven für gemischten Betrieb nach Bild 4 mit einer Ladeeinrichtung in besonderer, Strom sparender Schaltung (DRP). Die Ladeeinrichtung ist im Führerhaus unter der Sitzbank für den Führer eingebaut, während die Akkumulatorenbatterie an den beiden Enden der Lokomotive untergebracht und durch abrollbare Deckel zugänglich ist. Die Wirkungsweise der Ladeeinrichtung ist folgende:

Bei einer Oberleitungsspannung von z. B. 550 V wird eine Batterie, bestehend aus 160 Zellen, eingebaut (Bild 5). Zwischen der Batterie und der Oberleitung liegt ein Motor M, der die aus der Überschußspannung und dem Ladestrom bestehende Leistung in mechanische Energie umsetzt. Mit diesem Motor mechanisch gekuppelt ist ein Stromerzeuger G, der ebenfalls in die Batterie hineinspeist.

Bei Spannungsschwankungen in der Oberleitung schwankt die Erregerstromstärke des Motors etwa in gleichem Verhältnis und damit auch die Drehzahl des Maschinensatzes, so daß bei niedriger Netzspannung die Ladestromstärke heruntergeht und bei hoher Netzspannung steigt. Um diese Schwankungen in zulässigen Grenzen zu halten, ist noch eine Compoundwicklung CW vorgesehen. Durch geeignete Abstimmung dieser verschiedenen Wicklungen läßt sich eine vollständige Selbstregelung der beiden Maschinen erreichen, so daß der Maschinensatz, einmal richtig eingestellt, keinerlei Bedienung mehr erfordert. Die Aufmerksamkeit des Führers wird also, auch wenn er die Batterie während der Fahrt von der Oberleitung aus aufladet, in keiner Weise hierdurch in Anspruch genommen. Die Inbetriebsetzung erfolgt in der Weise, daß erst mit dem Anlasser A_1 des Stromerzeugers G als Motor von der Batterie aus angelassen und dann mit dem Anlasser A_2 die Batterie mit dem Motor an das Netz gelegt wird. Nachdem beide Anlasser kurzgeschlossen sind, wird die Höhe des Ladestromes mit dem Nebenschlußregler MR des Motors auf den der normalen Netzspannung entsprechenden Wert eingestellt. Eine weitere Bedienung ist dann nicht mehr erforderlich. Durch diese Ladeeinrichtung wird erreicht, daß der Wirkungsgrad, der bei gewöhnlicher Widerstandsladung etwa 70 v. H. beträgt, auf etwa 90 v. H. erhöht wird. Durch einen geeigneten Zähler ist der Führer außerdem jederzeit in der Lage, den jeweiligen Ladezustand der Batterie festzustellen.

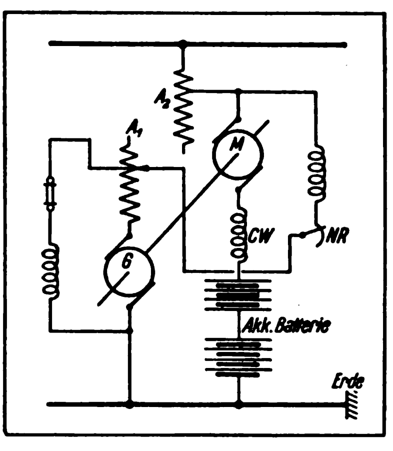


Bild 5. Schaltbild der Akkumulatoren-Ladeeinrichtung.

A_1 = Anlasser für Generator
A_2 = Anlasser für Motor
CW = Compoundwicklung
G = Generator
M = Motor
NR = Nebenschlußregler

Diese Lokomotiven, die sowohl in zweiachsiger als auch für größere Leistungen in vierachsiger Ausführung hergestellt werden, eignen sich daher vorzugsweise für Hüttenwerke und überhaupt für alle Anlagen, bei denen eine Fahrleitung nicht überall angebracht werden kann, wie z. B. für Hafenbahnen, Verschiebebahnhöfe und dergleichen.

Elektrische Streckenausrüstung für die Berliner nördlichen Vorortbahnen

Von Oberingenieur J. Rink, Abteilung Bahnen der SSW.

Mitte August ist der elektrische Betrieb auf der Strecke Stettiner Bahnhof—Bernau der Berliner nördlichen Vorortbahnen mit Gleichstrom von 800 V Betriebsspannung aufgenommen worden.

Der Strom wird den Fahrzeugen durch eine neben den Gleisen verlegte dritte Schiene zugeführt, die mittels Isolatoren an schmiedeeisernen Böcken aufgehängt ist. An der unteren Fläche der Schiene wird der Strom durch die Fahrzeuge abgenommen.

Den für die Aufhängung der Schiene verwendeten Isolatorenbock zeigt Bild 1. Die Bauart weicht wesentlich von der in Deutschland bis-

Digitized by Google

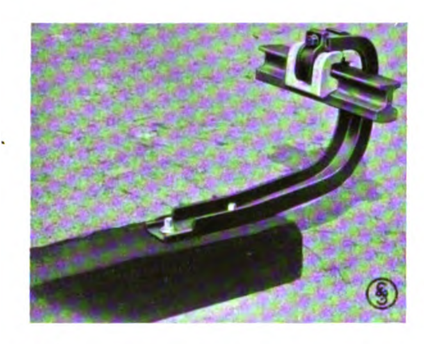


Bild 1. Stromschienenisolator auf einer Schwelle aufgebaut.

her verwendeten amerikanischen Ausführung ab. Sie ist mit Rücksicht auf eine möglichst geringe Belastung des Isolatorenmaterials und auf eine hohe Betriebssicherheit entworfen.

Als Material für die Isolatoren ist hauptsächlich Porzellan, und in geringem Umfange Hartglas gewählt. Das letztere hat sich bei der Stromschienenanlage der hiesigen Nordsüdbahn, die ebenfalls nach dem System der SSW gebaut ist, bisher bestens bewährt.

Wie oben gesagt, wird die elektrische Energie von einer von unten bestrichenen Stromschiene den Fahrzeugen zugeführt. Diese Stromschienenbauart ließ sich jedoch mit Rücksicht auf die Brücken nicht überall anordnen, da der für die Stromschiene vorgesehene Raum auf den Brücken durch die Brückengurtträger eingenommen wird. Es mußte deshalb an diesen Stellen eine von oben bestrichene Schiene zur Anwendung kommen (Bild 2), und der Stromabnehmer der Fahrzeuge war daher so zu bauen, daß er sowohl die aufgehängte Stromschiene von unten, als auch die Stromschiene auf den Brücken von oben bestreichen kann.

Die von den SSW für diese Betriebsverhältnisse entworfene und von der Reichsbahndirektion an-



Bild 2. Stromschiene auf einer Brücke mit Übergang zu der von unten bestrichenen Brücke.

genommene Stromabnehmerkonstruktion zeigt Bild 3, und Bild 4 läßt den Stromabnehmer in den verschiedenen Betriebsstellungen erkennen.

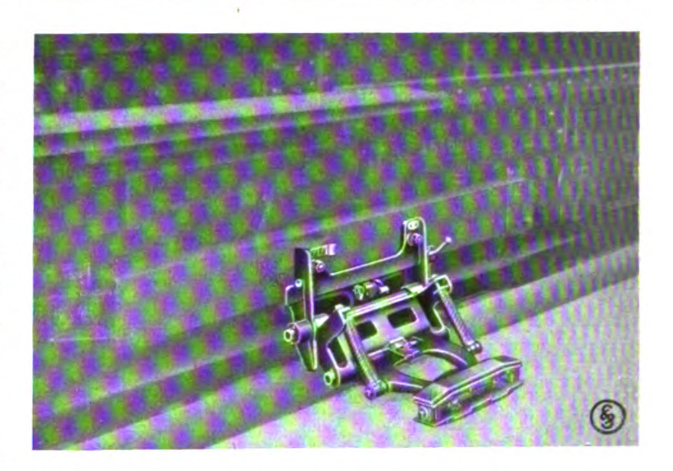


Bild 3. Wagenstromabnehmer in normaler Betriebslage.

Die übrigen von den SSW gelieferten und eingebauten Teile der Streckenausrüstung sind ältere, bewährte Sonderkonstruktionen.

Von der Staatsbahn zum erstenmal angewandt wurde der spannungslose Stromschienenauflauf der SSW, und zwar, soweit es sich um Aufläufe handelt, die mit Geschwindigkeiten bis zu 90 km befahren werden. An diesen Stellen waren Aufläufe mit einer Neigung von 1 : 30 erforderlich, die ihrer Länge wegen nicht mehr unmittelbar an die Stromschiene ohne besondere Unterstützung gesetzt werden konnten. Man entschloß sich daher, den patentamtlich geschützten spannungslosen Auflauf (Bild 5) zu verwenden, der einmal den Vorteil hat, daß er schädliche Funkenbildungen beim Abgleiten des Stromabnehmers vom Ablauf verhindert, das andere Mal den lästigen Holzschutz überflüssig macht, da der Auflauf nur beim Befahren Spannung erhält.

Bekanntlich werden zur Rückleitung des Bahnstromes die Fahrschienen verwendet. Der Widerstand dieser Rückleitung ist von Bedeutung für die Größe der für Gas- und Wasserleitungen gefährlichen, von den Fahrschienen abweichenden Ströme. Der Widerstand der Rückleitung wird durch die Leitfähigkeit der Fahrschienenstöße stark beeinflußt, da diese naturgemäß geringer ist, als die der Schienen selbst. Um diese Leitfähigkeit zu erhöhen, wurden bisher kupferne Verbindungsleitungen zwischen den beiden Schienen eingebaut. Diese kupfernen Verbindungen erfüllen ihre Aufgabe nur mangelhaft. Die „Vorschriften zum Schutz der Gas- und Wasserröhren" lassen deshalb auch unter § 2

Digitized by Google

einen verhältnismäßig großen Widerstand für die Stoßverbindung zu. Sie bestimmen:

„Der Widerstand einer Gleisstrecke darf durch Stoßverbindungen höchstens um den der Projektierung zugrunde gelegten Zuschlag, der jedoch nicht mehr als 20 v. H. betragen darf, größer sein, als der Widerstand eines ununterbrochenen Gleises von gleichem Querschnitt und gleicher spezifischer Leitfähigkeit.“ D. h., bei Gleisanlagen mit 15 m Schiene darf der Widerstand des Stoßes selbst nach diesen Bestimmungen den Widerstand einer 3 m langen stoßlosen Schiene haben, oder der Widerstand eines Meters Schiene mit Stoß darf viermal so groß sein als der Widerstand eines Meters stoßloser Schiene. Aber auch andere Übelstände dieser kupfernen Schienenverbinder mußte man in Kauf nehmen. Während der Kriegszeit trat die Diebstahlgefahr bei außerhalb der Lasche angeordneten Verbindern in Erscheinung. Verbinder, die man unter der Lasche, zwischen Lasche und Schienensteg, als flache Bänder anordnete, konnten schlecht während des Betriebes beobachtet werden, und der nachträgliche Einbau auf Strecken mit starkem Verkehr war nicht möglich, weil die Laschen zum Bohren der Löcher für verhältnismäßig längere Zeit entfernt werden mußten.

Vor etwa 10 Jahren versuchten die SSW deshalb auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn diese Kupferseilverbinder der Fahrschienenstöße durch ein Verfahren zu ersetzen, bei dem lose Leitungen und Kontaktstöpsel mit Rücksicht auf eine einfachere Montage und Unterhaltung sowie zur Vermeidung von Diebstählen fortfallen. Es wurden Versuchsstöße mit den verschiedensten Metalleinlagen an den Laschen und auch mit vollständig verzinkten und verkupferten Laschen hergestellt. Das Ergebnis dieser Versuche zeigte, daß ein Schienenstoß, bei dem die Druckflächen der Schiene verzinnt und die Laschen verzinkt waren, die größte Leitfähigkeit hatte. Der Widerstand des Stoßes selbst wurde nahezu aufgehoben. Man entschloß sich deshalb, auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn, und auch auf der Hamburger Hochbahn, eine größere Anzahl derartiger Stöße herzustellen, und zwar wurde hierfür das Metallspritzverfahren der Metallisator A.-G., jetzt Meurersche A.-G. für Metall-Spritzveredelung, gewählt, da es nur mit diesem Verfahren möglich war, allein die Druck-

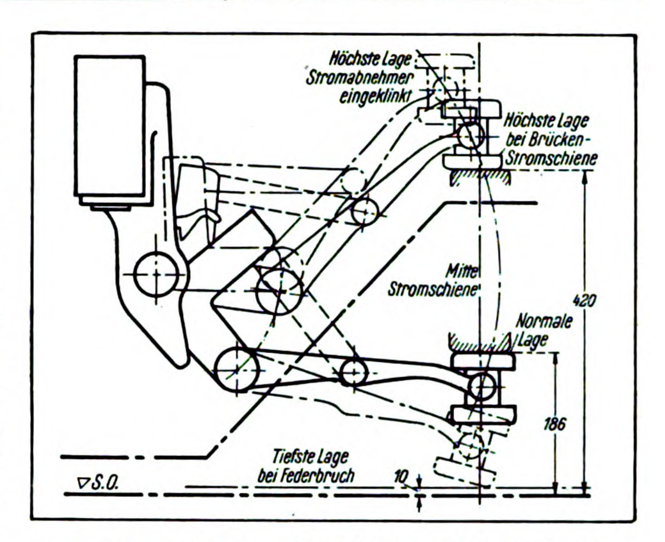


Bild 4. Die verschiedenen Betriebslagen des Stromabnehmers.

flächen der Schienen und der Laschen mit einem Zinküberzug von erforderlicher Stärke zu versehen.

Die derart verzinkten Stöße hatten eine außerordentlich gute Leitfähigkeit, weshalb sich die Hamburger Hochbahn entschloß, für ihre Erweiterungsstrecken, die Walddörfer und Langenhorner Bahn, durchweg den verzinkten Stoß anzuwenden.

Auch die Reichsbahndirektion hatte etwa zur gleichen Zeit mit den SSW, auf Veranlassung des Herrn Regierungsbaumeisters Wechmann (jetzt Ministerialrat im Verkehrsministerium), ebenfalls Versuche mit metallisierten Schienen-



Bild 5. Spannungslose Schienenaufläufe.

stößen gemacht, die gleichfalls zu einem günstigen Ergebnis geführt hatten[1]). Der verzinkte

[1]) Vgl. Bericht in Glasers Annalen, Band 78, Heft 6 vom April 1916.



Bild 6. Fahrbare Verzinkungsanlage. Das Verzinken der Fahrschienenstöße.

Stoß wurde deshalb auch von der Reichsbahndirektion für die Elektrisierung der Stadt- und Vorortbahn in Aussicht genommen.

Die SSW schlugen diesen verzinkten Stoß ferner für die Berliner städtische Nordsüdbahn, die im vorigen Jahr in Betrieb kam, vor; er wurde hier sowohl für die Fahrschienen als auch für die Stromschienen mit gutem Erfolge angewandt.

Für die nördlichen Vorortstrecken der hiesigen Reichsbahn konnte der verzinkte Stoß für die Stromschienen ohne weiteres zur Anwendung kommen. Die Schienen wurden bereits auf dem Lagerplatz vermittels des Metallspritzverfahrens verzinkt.

Zu einem derartigen Verzinken sind erforderlich: eine Kompressorenanlage, ein Sandstrahlgebläse, eine Metallspritzpistole, Wasserstoff und Sauerstoff in Stahlflaschen sowie einige Hilfsapparate für das Sanden und das Metallisieren der Stöße.

Diese Einrichtungen kann man natürlich auch fahrbar montieren und sie, wenn es sich um noch nicht im Betriebe befindliche Gleise handelt, auf die Strecke bringen (Bild 6). Bei stark befahrenen Anlagen ist dieses aber äußerst schwierig, oft fast unmöglich, und man mußte deshalb auf Strecken mit Drei- bis Fünfminuten-Verkehr, wie z. B. auf den hiesigen nördlichen Vorortbahnen, Kupferverbinder anwenden, die man mit Rücksicht auf die Diebstahlgefahr möglichst kurz bemaß, und die man vermittels zweier eiserner Schuhe an die Schienenköpfe anschweißen konnte, ohne die Schienenstöße lösen zu brauchen (Bild 7).

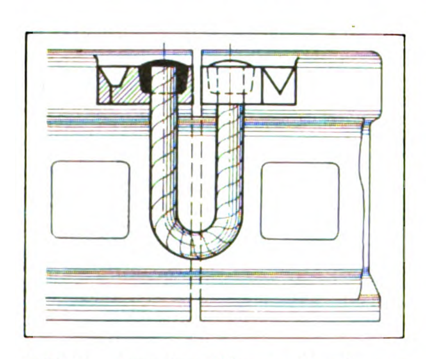


Bild 7. Anschweißbarer Kupferverbinder mit angeschweißten Eisenschuhen.

Die Leitfähigkeit eines mit solchen Kupferverbindern ausgerüsteten Schienenstoßes ist keineswegs befriedigend. Er hat fast den Widerstand eines Meters Schiene, während bei einem verzinkten Stoß der Widerstand der Stoßverbindung nahezu aufgehoben wird.

Daß der verzinkte Stoß nicht auf in Betrieb befindlichen Strecken angewendet werden kann, ist ein Nachteil, der die SSW veranlaßte, nach einem Verfahren zu suchen, bei dem das Metallisieren des Stoßes auch ohne die vorerwähnten Apparate auf der Strecke durchgeführt werden kann, sofern Betriebspausen von 8 bis 10 Minuten zur Verfügung stehen.

Diesen Bedingungen entspricht der zum Patent angemeldete, sogenannte Zinn-Zink-Stoß oder rollenverzinkte Stoß. Bei ihm werden die Druckflächen der Schiene nach einem besonderen Verfahren mit einer Legierung von Zinn und Zink belegt und die Laschen werden mittels des Metallspritzverfahrens stark verzinkt, und zwar in irgendeinem Werke, das Spritzmetallisierungen ausführt.

Nach diesem Verfahren sind auf den nördlichen Vorortstrecken der Reichsbahn einige tausend Stöße ausgeführt worden und, wie die Reichsbahn mitteilt, hat sich die Leitfähigkeit seit Vornahme der ersten Messung bisher nicht verschlechtert, trotzdem auf Wunsch der Reichsbahn nur die Druckflächen einer

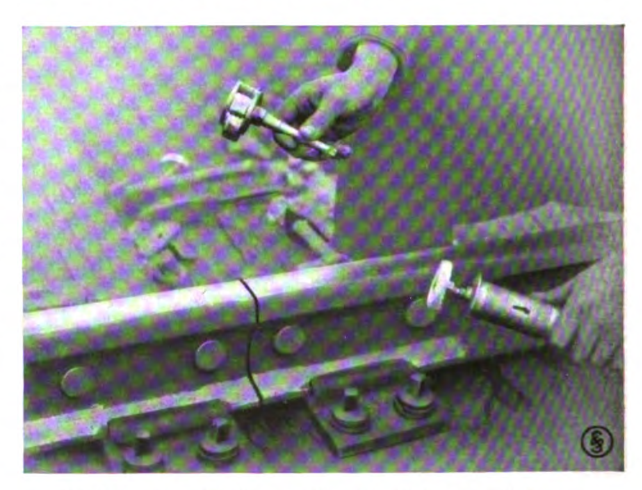


Bild 8. Das Werkzeug für die Rollenverzinkung.

Digitized by Google

Lasche und einer Schienenkammer verzinkt wurden.

Bei Beginn einer Betriebspause werden die Laschenbolzen gelöst und mit der äußeren Lasche entfernt. Darauf wird die innere Lasche durch 4 Spezialbolzen befestigt. Diese Spezialbolzen lassen die ganze äußere Laschenkammer zur Bearbeitung frei und verbinden die Fahrschiene mechanisch so, daß die Züge den Stoß befahren können. Es werden nun die Druckflächen der Schiene durch eine sogenannte Rollenbürste gereinigt (Bild 8).

Diese Bürstenrolle besteht aus zwei mit sechs Stehbolzen verbundenen Stahlscheiben. Auf den Stehbolzen sind Stahlbleche lose aufgereiht. Diese mit etwa 3000 Umdrehungen in der Minute laufende Rollenbürste wird so über die Druckflächen geführt, daß die Stahlbleche das Eisen hämmern und es, ähnlich wie bei einem Sandstrahlgebläse, reinigen. Unmittelbar nach Reinigung der Flächen wird eine rotierende aus einer Zinn-Zinklegierung bestehende Scheibe langsam unter Anwendung eines bestimmten Druckes über die Flächen geführt. Hierbei wird das Material der Rolle unter starker Wärmeentwicklung in die Poren des Eisens eingerieben, und es entsteht ein Belag, der einer Feuerverzinkung ähnlich ist.

Nachdem die Druckflächen der Schiene auf diese Weise gereinigt und metallisiert sind, wird eine vorher mittels des Metallspritzverfahrens stark verzinkte Lasche eingelegt und durch normale Laschenbolzen befestigt.

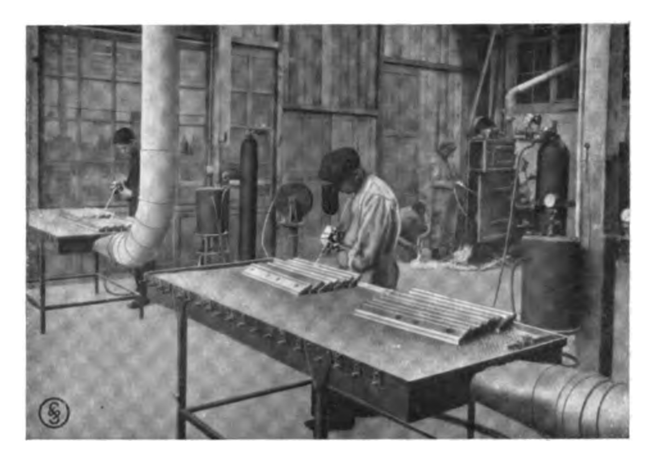


Bild 9. Der Metallisierungsraum mit den Apparaten für Massenmetallisierung.

Ein so metallisierter Schienenstoß zeigt dieselben Vorzüge, die ein nach dem Metallspritzverfahren vollständig verzinkter Stoß aufweist. Dieser empfiehlt sich daher nur in Fällen, in denen die Schienen vor dem Verlegen verzinkt werden können, oder aber dann, wenn es sich um eine noch nicht im Betriebe befindliche Bahnanlage handelt. In allen anderen Fällen ist der rollenverzinkte Stoß vorzuziehen.

Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß die SSW in Siemensstadt mit der Meurerschen A.-G. gemeinsam eine Metallisierungswerkstatt eingerichtet haben. Bild 9 gibt die zunächst zwar kleine, aber neuzeitlich eingerichtete Metallisierungswerkstatt wieder.

Anrufschrank mit Glühlampenzeichen für Fernsprech- und Telegraphenleitungen

Von Oberingenieur Willy Bach, Telegraphenabteilung der Siemens & Halske A.-G.

Das Befehlsstellwerk eines größeren Bahnhofes ist auch stets Zugmeldestelle. In ihm laufen deshalb eine ganze Anzahl Fernsprech- und Telegraphenleitungen zusammen. Bei der gebräuchlichen Anordnung endet jede Fernsprechleitung an einem Fernsprecher, jede Telegraphenleitung an einem Morsewerk. Einlaufende Nachrichten auf den Fernsprechleitungen und im Zugmeldedienst werden jedesmal durch ein Weckerzeichen angekündigt. Handelt es sich um ein Kraftstellwerk, dann sind auch für die Überwachung der Weichen- und Fahrstraßenanlagen Wecker vorhanden.

Ist es schon nicht leicht, sich unter diesen verschiedenen Weckerzeichen zurechtzufinden, so wird die Aufgabe noch mehr erschwert, wenn, wie es noch häufiger vorkommt, die Beamten im Stellwerk außer den Weckerzeichen, die für sie bestimmt sind, auch noch solche mit anhören müssen, die anderen Stellen gelten. Das ist dann der Fall, wenn bei den Fernsprechleitungen, an denen mehrere Sprechstellen liegen, keine Vorkehrungen getroffen sind, daß nur die für das Stellwerk bestimmten Rufzeichen in diesem gehört werden. Aber auch dann, wenn die für die angeschlossenen Sprechstellen bestimmten

Digitized by Google



Bild 1. Anrufschrank mit Glühlampenzeichen für Fernsprech- und Telegraphenleitungen.

apparaten auskommen kann. Leuchtet die Anruflampe einer Fernsprechleitung auf, so nimmt man einen der beiden links und rechts am Schrank hängenden Hörer zur Hand, legt einen unter der Anruflampe befindlichen Hebel in die Abfragestellung und ist dadurch mit seinem Hör- und Sprechapparat auf die rufende Leitung geschaltet. Mit dem Umlegen des Hebels erlischt die Anruflampe. Nach beendetem Gespräch hängt man den Hörer wieder auf den Haken und bringt den Abfragehebel in seine Mittellage. Sollte das Zurückstellen des Hebels vergessen werden, so leuchtet die Anruflampe bei einem neuen Anruf trotzdem wieder auf.

Rufzeichen auf dem Stellwerk nicht mitgehört werden brauchen, ist es nicht einfach, die verschiedenen mit Weckersignalen arbeitenden Apparate so zu verteilen, daß sofort zu erkennen ist, welcher Wecker ertönt.

Eine weitere Schwierigkeit bietet sich noch dadurch, daß der Raum im Stellwerk sehr beengt ist. Gelingt es trotzdem z. B. die Fernsprechapparate so anzuordnen, daß Verwechslungen der anrufenden Wecker nicht vorkommen können, so ergibt sich eine neue Unbequemlichkeit durch die erschwerte und zeitraubende Bedienung der an den verschiedenen Stellen untergebrachten Fernsprechapparate. Um nun gründliche Abhilfe zu schaffen, mußte daher die Zahl der Anrufwecker in einem solchen Stellwerk auf ein Mindestmaß beschränkt und gleichzeitig versucht werden, auch die Zahl der Empfangsapparate zu verringern. Beides ist durch einen von der Siemens & Halske A.-G. hergestellten neuen Anrufschrank, der in Bild 1 gut erkennbar ist, gelungen. An diesen Schaltschrank sind sämtliche einlaufenden Streckenfernsprecher- und Telegraphenleitungen herangeführt. Wird auf einer dieser Leitungen das Stellwerk angerufen, so ertönt kein Weckerzeichen mehr, sondern es leuchtet eine Glühlampe auf, die die anrufende Leitung kennzeichnet.

Es hat sich gezeigt, daß man für den Streckenfernsprechverkehr mit zwei gewöhnlichen Abfrage-

Will man vom Stellwerk aus eine Sprechstelle auf einer der Leitungen anrufen, so nimmt man einen Hörer zur Hand, legt den der Leitung zugeordneten Hebel in die entsprechende Stellung und bringt einen besonders gekennzeichneten Anrufhebel in die Stellung des Abfragehebels. Dadurch ist ein Rufinduktor auf die Leitung geschaltet, und man kann nun durch Drehen der Induktorkurbel das vorgeschriebene Rufzeichen geben. Eine Verbindung zweier Leitungen ist ausdrücklich verhindert.

Leuchtet die Anruflampe einer Telegraphenleitung auf, so führt man einen Schnurstöpsel in die Klinke über der Anruflampe. Dabei erlischt die Lampe und die Leitung ist mit dem Morseapparat verbunden, zu dem die Stöpselschnur führt. Bei diesem Verfahren kommt man ebenfalls mit zwei bis drei Morseapparaten für eine größere Zahl von Telegraphenleitungen aus, wovon der eine ständig nur für den Zugmeldeverkehr dient. Soll ein Telegramm aufgegeben werden, so führt man den Schnurstöpsel des zur Abgabe bestimmten Morseapparates in die Klinke der zur Aufnahme des Telegrammes bestimmten Leitung.

Bemerkenswert ist, daß die Anruflampen des Schrankes nur dann aufleuchten, wenn der Anruf für das Stellwerk bestimmt ist, dagegen dunkel bleiben, wenn auf einer Fernsprech- oder Tele-

Digitized by Google

graphenleitung ein für eine andere in derselben Leitung liegende Stelle bestimmtes Rufsignal gegeben wird. Dies wird dadurch erreicht, daß für das Anrufen des Stellwerks ein Rufsignal von mindestens 5 Sekunden Dauer vorgeschrieben ist. Werden Anrufsignale von kürzerer Dauer oder in Morsezeichenform gegeben, so verhindert ein in der anrufenden Leitung liegendes Verzögerungsrelais die Einschaltung der Anruflampe. Dieses Verzögerungsrelais arbeitet vollkommen elektrisch, seine Wirkung beruht darauf, daß ein im Ladestromkreis eines Kondensators liegendes Relais nur dann ansprechen kann, wenn der in Ruhe unter Spannung stehende Kondensator vollkommen entladen ist. Die vollkommene Entladung dieses Kondensators erfolgt über einen hohen Ohmschen Widerstand erst nach fünf Sekunden.

Die Benutzung des vorgeschriebenen Anrufschrankes mit Glühlampenzeichen bietet folgende Vorteile:

Die Weckerzeichen im Streckenfernsprech- und Telegraphenverkehr fallen weg; es herrscht also weit größere Ruhe im Stellwerk.

Die Zahl der Fernsprechapparate und Morsewerke wird wesentlich vermindert und dadurch werden erhebliche Kosten erspart.

Die Anlage ist übersichtlich; Verwechslungen von Leitungen bei dem Abfragen werden vermieden.

Wegen der geringeren Zahl der zu bedienenden Apparate und raumsparenden, gedrängten Anordnung wird auch an Personal gespart, da die Fernsprecher und Telegraphenapparate in der Regel durch eine Person bedient werden können, während sonst allein der Telegraphenbetrieb mehrere Beamte erforderte.

Über Zahnradgetriebe bei Bahnmotoren

Von Dipl.-Ing. Paufler, Oberingenieur im Dynamowerk der SSW.

Für die Übertragung des Drehmomentes von dem schnellaufenden Läufer des Bahnmotors auf die langsamer laufenden Triebräder hat sich die in Bild 1 schematisch dargestellte einfache Zahnradübersetzung schnell eingeführt, nachdem man im Anfang der Entwicklung, in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, als Übertragungsmittel endlose Stahlseile mit einigem Erfolg angewendet hatte.

Bei dieser einfachen Zahnradübersetzung, deren Größe etwa zwischen 1 : 2 und 1 : 7 je nach den Betriebsverhältnissen gewählt werden kann, liegt die Motorachse parallel zur Triebradachse und die Zahnräder sind einfache Stirnräder, meist mit Evolventenverzahnung; sie hat sich bei allen Betrieben mit mäßigen Beanspruchungen und mäßigen Motorgewichten durchaus bewährt, und es ist nicht einzusehen, warum man sie lediglich mit Rücksicht auf die Abfederung des vollen Motorgewichtes zugunsten anderer, weniger einfacher Übertragungsmittel, die heute von einigen Bahnverwaltungen angestrebt werden, verlassen soll.

Bei richtiger Auswahl des Baustoffes für das Ritzel (Schmiedestahl) und das große Rad (Stahlguß), bei sorgfältiger Wartung, die hauptsächlich für einwandfreie Dichtung des Zahnradschutzkastens zwecks Fernhaltung von Straßenstaub und Schmutz sorgen muß, und bei regelmäßiger Schmierung der Zahnräder mit Fett lassen sich bei sauber geschnittenen, nicht geschliffenen und ungehärteten Zähnen Lebensdauern von 30000 bis 40000 km für die Ritzel und 100000 bis 150000 km für die großen Zahnräder sicher erreichen. Wenn also ein Straßenbahnwagen täglich etwa 200 km zurücklegt, hält das Ritzel etwa ein halbes, das große Rad etwa $1^1/_2$ bis 2 Jahre aus.

Die Lebensdauer läßt sich vervielfachen, wenn gehärtete Räder, sogenannte Hartflanken- oder Dauerräder, mit geschliffenen Zähnen verwendet werden, deren Beschaffungskosten allerdings wegen des besseren Baustoffes und der Mehrleistung bei der Bearbeitung höher sind.

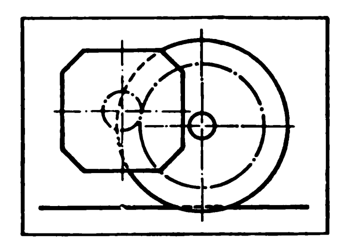


Bild 1. Einfache Zahnradübersetzung zwischen Bahnmotor und Triebachse.

Auf dem Gebiete der Vorort- und Stadtbahnen liegen ähnliche Verhältnisse vor wie im Straßenbahnbetrieb, jedoch sind die Beanspruchungen wegen der größeren Motorleistungen höher. Infolgedessen ist im allgemeinen auch die Breite der Zahnräder größer.

Digitized by Google

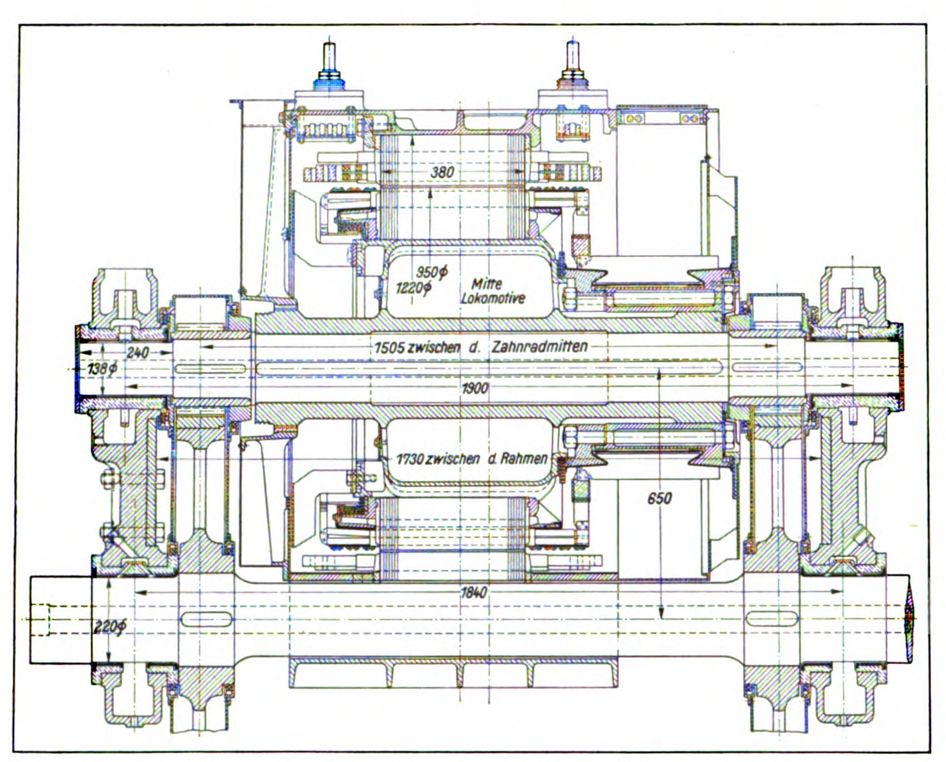


Bild 2. Lokomotivmotor mit zweiseitigem Zahnradantrieb.

zweiseitige Lagerung[1]) ist bei Motoren größerer Leistung nur sehr selten Raum vorhanden — wegen der Durchbiegung der Motorwelle der gleichmäßige Eingriff auf der ganzen Zahnbreite nicht sicher, und man muß zur Anwendung von zwei Zahnräderpaaren, einem auf jeder Motorseite, übergehen, wie es Bild 2 zeigt. Hier entsteht nun eine werkstattechnische Schwierigkeit, denn die beiden Ritzel und die beiden großen Zahnräder müssen mit absoluter Genauigkeit auf den Wellen aufgekeilt werden, damit der Eingriff beider Paare einwandfrei stattfindet.

Als Höchstbreitenmaß ist 160 mm ausgeführt, es hat sich im langjährigen Betriebe bewährt.

Für eine überschlägliche Bestimmung kann man auf die Zahnradbreite b aus der linearen Pressung auf 1 cm Zahnradbreite

$$p = \frac{P}{b}$$

schließen, die für die Erwärmung des Zahnrades maßgebend ist. P ist der Zahndruck in kg.

Es hat sich herausgestellt, daß für p ohne Nachteile die Werte zugelassen werden dürfen

150 bis 160 kg/cm, bezogen auf die Dauerleistung des Motors,

300 bis 350 kg/cm, bezogen auf das normale Anfahrdrehmoment des Motors, und

400 bis 500 kg/cm, bezogen auf das selten auftretende Höchstanfahrdrehmoment, bei dem die Reibungsgrenze, mit dem Reibungskoeffizienten $^1/_3$, ausgenutzt wird.

Für den Eingriff des Treibzahnrades in die Zahnstange von Zahnradbahnen gibt Seefehlner sogar 600 kg/cm als zulässig an.

Wenn eine größere Zahnradbreite als 160 mm als erforderlich erachtet wird, so ist bei der im Bahnmotorenbau allgemein üblichen fliegenden Anordnung des Ritzels auf der Motorwelle — für die von Professor Kammerer vorgeschlagene

Die erforderliche Genauigkeit läßt sich aber mit den heutigen Herstellungsverfahren trotz größter Sorgfalt nicht erreichen, und man mußte Auswege suchen, die man

a) in der Verwendung von schrägen Zähnen,
b) in einer Federung gefunden hat.

Bei der Anwendung der Schrägverzahnung ist das eine Zahnräderpaar mit Rechts-, das andere mit Linksdrall zu versehen (Bild 3), und entweder der treibenden oder der getriebenen Welle axial

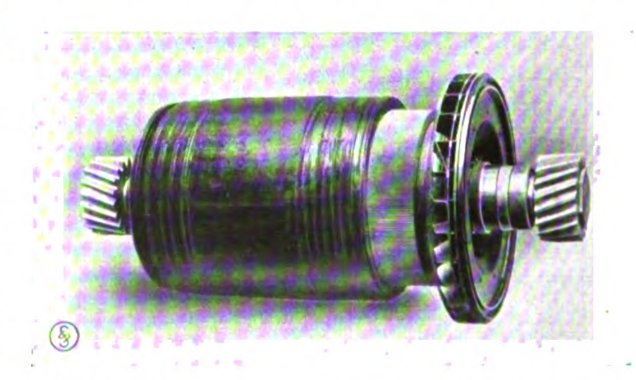


Bild 3. Schrägverzahnung der Zahnräder bei zweiseitigem Antrieb.

so viel Spiel in den Lagern zu geben, um ihr die Einstellung zu ermöglichen, die zur Erzie-

[1]) Der elektrische Betrieb, 1923, S. 61.

Digitized by Google

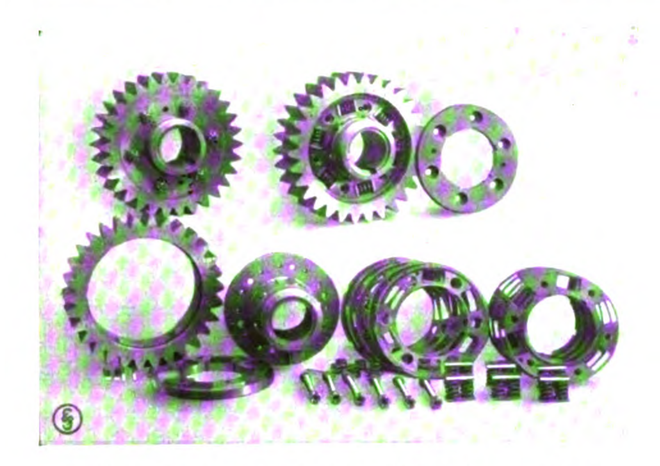


Bild 4. Gefedertes Ritzel mit Dämpfung, zerlegt.

lung des auf beiden Seiten gleichen Zahndruckes nötig ist.

Die Schrägverzahnung verteuert zwar die Zahnräder, hat aber den Vorteil der größeren Eingriffdauer.

Die Federung kann entweder dadurch erreicht werden, daß die getriebene Welle sich in den zwischen den Zahnrädern liegenden Querschnitten so stark verdreht, bis sich der gleiche Zahndruck einstellt, oder sie wird in die Zahnräder selbst verlegt. Die Ausführungsmöglichkeiten hierfür sind mannigfaltige; verschiedene Formen waren in Seddin ausgestellt. Hier soll nur als Beispiel ein gefedertes Ritzel erwähnt werden, bei dem es wegen der großen Zähnezahl möglich war, die Federung in den Ritzelkörper selbst einzubauen (Bild 4 und 5).

Bei allen gefederten Rädern ist es erforderlich, eine Dämpfung anzuwenden, die das unbeabsichtigte Schwingen der Systeme verhindert. Die Dämpfung kann entweder durch die Federn selbst geschehen, wie es bei geschichteten Blattfedern und bei Kegelfedern mit rechteckigem Querschnitt, sogenannten Pufferfedern, der Fall ist, oder es muß, wie im dargestellten Beispiel, eine besondere Vorrichtung etwa in Form einer Reibkupplung eingebaut werden. Die in Bild 4 unten ganz rechts dargestellten Reibungsscheiben sind mit der Ritzelnabe, die links davon abgebildeten mit dem Zahnkranz durch Federkeile verbunden und werden durch einstellbare Schraubenfedern, im Bilde unten in der Mitte, aufeinander gedrückt.

Das dargestellte 130 mm breite Ritzel ist in der Lage, ein Höchstdrehmoment von 820 mkg zu übertragen.

Zu beachten ist beim Entwurf eines solchen Ritzels, daß die beiden gegeneinander verstellbaren Teile nur kleine Bewegungen gegeneinander ausführen und die Gefahr des Fressens

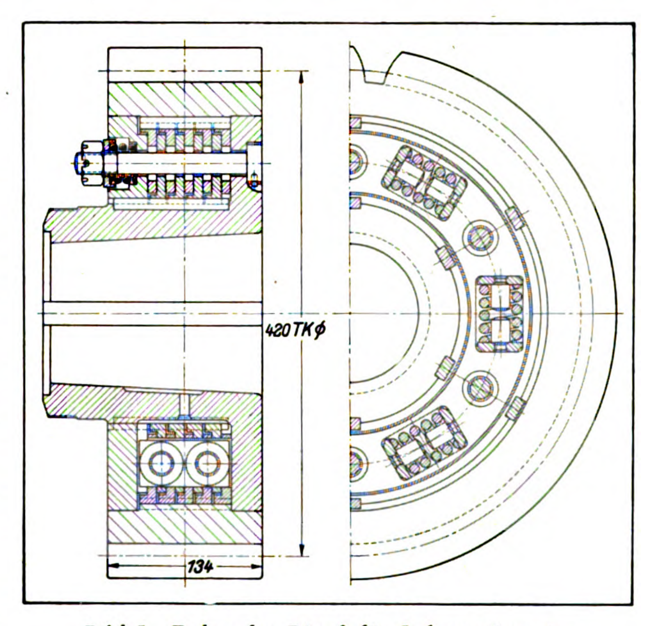


Bild 5. Federndes Ritzel für Lokomotivmotor.

besteht. Es muß daher für eine zuverlässige Schmierung der gleitenden Flächen gesorgt werden; im dargestellten Falle wird das Schmieröl in eine Ausbohrung der Welle eingebracht und durch die Zentrifugalkraft den gleitenden Flächen zugeführt.

Elektrisierung der Salzkammergutlinie

Auszug aus einer Festschrift anläßlich der Aufnahme des elektrischen Betriebes im Sommer 1924, erschienen im Selbstverlag der Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke, der A. E. G.-Union Elektrizitäts-Gesellschaft und der Österreichischen Brown Boveri-Werke A. G.

Der Reisende, der jetzt auf der Strecke Stainach-Irdning bis Attnang-Puchheim die Schönheiten des Salzkammergutes genießen will, braucht nicht mehr zu befürchten, daß er dabei durch den Rauch von Dampflokomotiven gestört wird, da die Bahnlinie seit dem Sommer vollkommen auf elektrischen Betrieb umgestellt ist. Von der genannten Strecke sind die Elektrifizierungsarbeiten des Abschnittes Stainach-Irdning—Bad Aussee

Digitized by Google



Bild 1. Kraftwerk Steeg, Gesamtansicht.

(etwa 29 km) von den Österreichischen Brown Boveri-Werken A. G., der Abschnitt Bad Aussee—Ebensee (etwa 51 km) von den Österreichischen Siemens-Schuckert-Werken und der Abschnitt Ebensee—Attnang-Puchheim (etwa 27 km) von der A. E. G.-Union Elektrizitäts-Gesellschaft ausgeführt worden.

Der Strom von 15 000 V und $16^2/_3$ Per/s wird von einem am Hallstätter See in Steeg

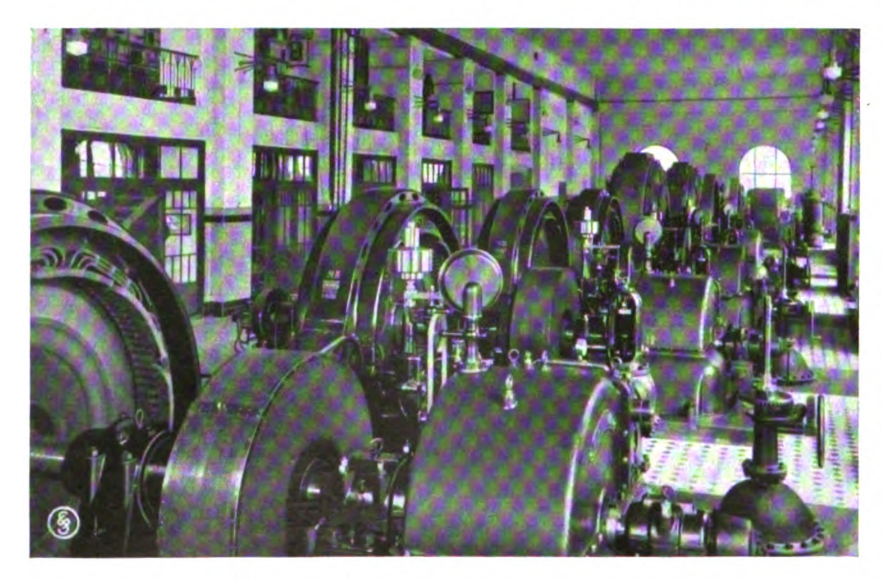


Bild 2. Kraftwerk Steeg, Maschinenraum.

gelegenen Wasserkraftwerk geliefert, das der Stern & Hafferl A. G. in Gmunden gehört und das für den Betrieb der Bahn erheblich erweitert wurde. Das Werk, dessen gesamte elektrische Einrichtung von den Österreichischen Siemens-Schuckert-Werken stammt, wurde im Jahre 1910 errichtet und erhielt damals vier je von einem Pelton-Rad angetriebene Drehstromgeneratoren von je 1900 kVA-Leistung, die hauptsächlich die Industrie der Umgebung mit Kraft und die umliegenden Orte mit Licht versorgen. Der Bahnbetrieb erforderte die Verlegung einer zweiten Druckrohrleitung, die Aufstellung von zwei neuen Generatorsätzen mit Transformatoren und der dazugehörigen Schaltanlage.

Die unter Zwischenschaltung je eines Schwungrades direkt mit den Pelton-Rädern gekuppelten Generatoren für je 1500 kVA-Dauerleistung und 4800 kVA-Spitzenleistung erzeugen Einphasen-Wechselstrom von 5000 bis 5500 V und $16^2/_3$ Per, der durch zwei Einphasen-Öltransformatoren für je 1900 kVA-Dauerleistung und 4800 kVA-Spitzenleistung auf die Fahrdrahtspannung von 15 000 bis 16 000 V hinaufgespannt wird. Für die Erregung der Generatoren ist je ein eigener Maschinensatz, bestehend aus einer Freistrahlturbine und einer direkt gekuppelten 83 kW-Gleichstrommaschine vorgesehen. Der Spannungsregelung dient ein selbsttätiger Spannungsregler, Bauart Dick.

Vom Kraftwerk führt eine nur 1165 m lange Speiseleitung für 16 000 V zu der am Bahnhof Steeg befindlichen Schaltstation. Sie ist als Doppelleitung auf zwei getrennten Gestängen ausgeführt und besteht aus acht auf Stützisolatoren verlegten Kupferseilen von 95 mm² Querschnitt. Die Schaltstation enthält außer den für die nach beiden Seiten abgehenden Verstärkungsleitungen und Fahrleitungen, sowie für die Stationsanschlußleitungen


Digitized by Google

notwendigen Ölschaltern und den erforderlichen Trennschaltern eine vollständige Überspannungsschutzeinrichtung, ferner eine Erdschluß- und Isolationsprüfeinrichtung.

Auch die Speiseleitung und die elektrische Einrichtung der Schaltstation wurden von den ÖSSW hergestellt.

Die Fahrleitung ist nach dem System der Vielfachaufhängung durchgeführt und hat in Abständen von etwa 1 bis $1^1/_2$ km selbsttätige Nachspannvorrichtungen. Die Beweglichkeit des Tragseiles ist auf der von den ÖSSW ausgeführten Strecke durch drehbar gelagerte Ausleger erreicht.



Bild 3. Fahrleitungsanlage auf Bahnhof Aussee.

Den ÖSSW sind bis jetzt 20 Güterzuglokomotiven und 4 Schnellzuglokomotiven in Auftrag gegeben. Die Güterzuglokomotiven sind zum Teil bereits geliefert. Die letzteren, die auch im schweren Güterzugdienst auf der Arlbergstrecke verwendet werden, sind imstande, auf einer Steigung von 31,4 ‰ einen 290 t-Güterzug mit einer Geschwindigkeit von 30,2 km/h, auf wagerechter Strecke einen solchen von 1000 t mit 50 km/h Fahrgeschwindigkeit zu befördern. Die Lokomotiven haben 5 gekuppelte Triebachsen, von denen jede der 3 mittleren durch einen Einphasen-Wechselstrommotor mittels Zahnräder angetrieben wird. Die Hauptdaten sind nachstehend zusammengestellt:

Achsfolge	E
Stromart Einphasen-Wechselstrom	$16^2/_3$ Per/s
Fahrdrahtspannung	15000 V
Gewicht des elektrischen Teiles	35700 kg
Gewicht des mechanischen Teiles	36800 kg
Dienstgewicht	72500 kg
Länge über Puffer	12750 mm
Höchstleistung der Motoren	2000 PS
Stundenleistung der Motoren bei 30 km/h	1500 PS
Dauerleistung des Transformators	1150 kVA
Triebraddurchmesser	1350 mm
Gesamter Radstand	7750 mm
Fester Radstand	4750 mm
Größte zulässige Fahrgeschwindigkeit	50 km/h
Kleinster Bogenhalbmesser	150 m

Die elektrische Einrichtung der Lokomotiven besteht im wesentlichen aus einem Haupttransformator zur Herabsetzung der Fahrdrahtspannung von 15000 V auf 0—385 V, 3 Motoren von zusammen 1500 PS-Stundenleistung, einem dreiteiligen Stufenschalter und den erforderlichen Steuereinrichtungen. Für die Beleuchtung der Lokomotive ist ein eigener kleiner Lichttransformator eingebaut. Bemerkenswert ist die Ausführung der beiden Doppelscherenstromabnehmer mit einer sinnreichen Anordnung zur selbsttätigen Vornahme des erforderlichen Bügelwechsels beim Befahren von schmalen und niedrigen Tunnel-Profilen. Die Motoren und der Haupttransformator werden durch kräftige, elektrisch angetriebene Ventilatoren gekühlt. Die meisten Apparate auf der Lokomotive werden durch Druckluft betätigt.

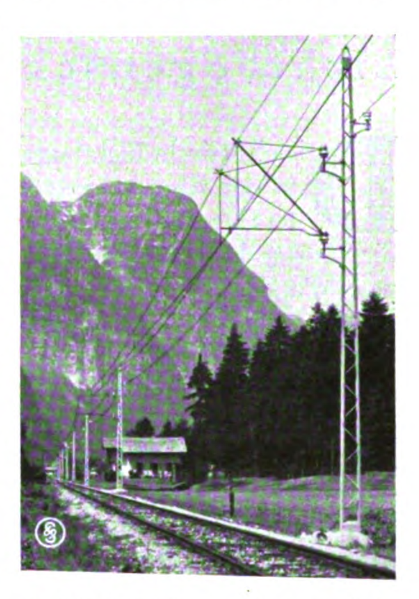


Bild 4. Fahrleitungsanlage mit drehbarem Ausleger bei Obertraun.

Digitized by Google

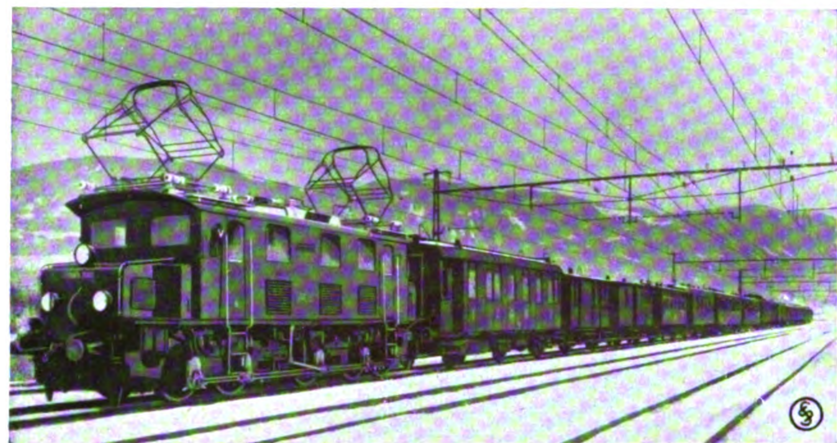


Bild 5. Güterzuglokomotive, Achsanordnung E, mit Zug.

Die Schnellzuglokomotiven sind für die Beförderung von schweren Schnellzügen auf Talstrecken bestimmt. Sie müssen imstande sein, einen 650 t schweren Zug mit 80 km/h Geschwindigkeit auf wagerechter Strecke zu befördern. Die 4 Triebachsen werden durch je einen Einphasenstrommotor von 500 PS-Stundenleistung mit senkrechter Welle unter Anwendung von Kegelradübersetzung angetrieben. Die übrige elektrische Einrichtung ist ähnlich wie die der Güterzuglokomotiven. Die Hauptdaten der Schnellzuglokomotiven sind nachstehend zusammengestellt:

Achsfolge	1-AAAA-1
Stromart Einphasen-Wechselstrom	$16^2/_3$ Per/s
Fahrdrahtspannung	15000 V
Gewicht des elektrischen Teiles	rd. 43000 kg
Gewicht des mechanischen Teiles	„ 43000 kg
Dienstgewicht	„ 86000 kg
Länge über Puffer	14000 mm
Höchstleistung der Motoren	2700 PS
Stundenleistung der Motoren	2000 PS
Dauerleistung des Transformators	1550 kVA
Triebraddurchmesser	1350 mm
Laufraddurchmesser	1000 mm
Gesamter Radstand	11000 mm
Größte zulässige Fahrgeschwindigkeit	90 km/h

Der gesamte mechanische Teil der Güter- und Schnellzuglokomotiven wurde von der Lokomotivfabrik Kraus & Co. in Linz, die Haupt-Vakuumbremse von der Firma Gebrüder Hardy in Wien hergestellt.

Lichtbogenschweißung in Eisenbahnwerkstätten

Von Karl Meller.

Die elektrische Lichtbogenschweißung findet in den Eisenbahnwerkstätten immer weitere Verbreitung, und zwar insbesondere für Instandsetzungsarbeiten an Lokomotiven und Wagen.

Allgemein ist das Lichtbogenschweißen nach Slavianoff gebräuchlich; hierbei wird der eine Pol einer Schweißmaschine an das Werkstück, der zweite an eine Elektrode (Schweißstab) angeschlossen. Durch Berühren des Schweißstabes mit dem Werkstück und Wiederentfernen wird zwischen Stab und Werkstück ein Lichtbogen gezogen, durch dessen Wärmewirkung das Werkstück an der Schweißstelle und das Stabende geschmolzen werden. Das flüssige Material des Stabes geht auf das Werkstück über und bildet mit ihm nach dem Erstarren eine enge molekulare Verbindung. Durch genügendes Auftragen von Material auf die abgenutzten Flächen lassen sich viele der Abnutzung unterworfenen Teile an Lokomotiven und Wagen billig und schnell wiederherstellen.

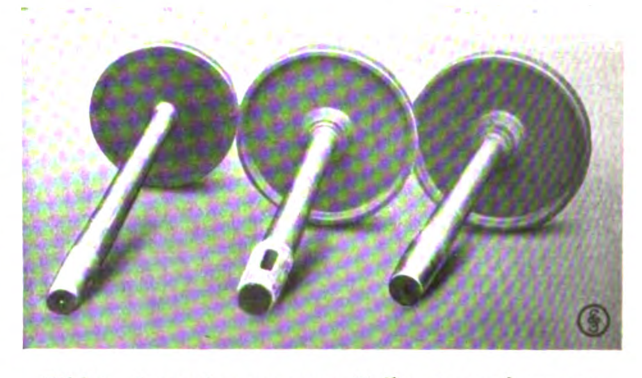


Bild 1. Instandsetzung von Kolbenstangenkonussen.

Ein Beispiel einer solchen Instandsetzung ist aus Bild 1 ersichtlich, und zwar ist die Ausbesserung eines Kolbenstangenkonus dargestellt.

Digitized by Google



Bild 2. Triebstange mit ausgebesserten Köpfen.

Das linke Bild zeigt einen abgenutzten Konus, das mittlere einen solchen mit aufgeschweißtem Material und das rechte einen geschweißten Konus nach der Bearbeitung. Auf diese Weise ist es möglich, das sonst erforderliche Ausbuchsen der Kreuzköpfe zu vermeiden. Vergleichsversuche haben gezeigt, daß bei der Ausbesserung durch Lichtbogen nur etwa die halbe Zeit benötigt wird wie für das Ausbuchsen. Ein weiteres Beispiel ist in Bild 2 gezeigt, und zwar handelt es sich hier um das Instandsetzen einer ausgeschlagenen Triebstange durch Auftragen von Material mit dem elektrischen Lichtbogen. Auch hier ist eine wesentliche Ersparnis durch dieses Arbeitsverfahren möglich, da auf diese Weise das sonst erforderliche Aufnieten von Stahlplatten vermieden wird.

In Bild 3 sind ein Achslagergehäuse und Stoßpuffer, die gleichfalls durch Aufschweißen wieder gebrauchsfähig gemacht wurden, dargestellt. Auf diese Weise können z. B. die Stoßpuffer zwischen Lokomotive und Tender, ohne abgenietet zu werden, an Ort und Stelle geschweißt und nachträglich mit einer Handschleifmaschine bearbeitet werden (Bild 4).

Neuerdings geht man auch dazu über, die abgelaufenen Spurkränze an Wagen- und Lokomotivrädern aufzuschweißen. Auf Strecken mit vielen Kurven, insbesondere bei Gebirgsbahnen, werden die Spurkränze stark abgenutzt. In Bild 6a ist ein Beispiel für die Abnutzung eines Spurkranzes gegeben, und zwar bedeutet die Linie A die ursprüngliche Form, die Linie B die nach dem Ablaufen vorhandene. Ein solcher Spurkranz konnte bis jetzt nur durch entsprechendes Abdrehen der Lauffläche wieder gebrauchsfähig gemacht werden, und zwar müßte bei dem in Bild 6 gewählten Beispiel das Rad bis zu der Linie C abgedreht werden. Da mit Rücksicht auf die Festigkeit ein weiteres Abdrehen über die durch die Linie D gegebene Grenze nicht möglich ist, so ist daraus ersichtlich, daß die Laufzeit solcher Räder je nach ihrer Abnutzung begrenzt ist. Diese Laufzeit kann nun wesentlich dadurch erhöht werden, daß der an den Spurkränzen abgelaufene Teil durch aufgeschweißtes Material ersetzt wird. In Bild 6b ist das aufgeschweißte Material durch Schraffur kenntlich gemacht. Zur Wiederherstellung und Inbetriebnahme der Räder ist dann nur ein geringes Abdrehen (Linie c in Bild 6c) nötig. Ein besonderer Vorteil beim Aufschweißen tritt vor allem noch dann in Erscheinung, wenn bei mehrfach gekuppelten Rädern eine sehr ungleichmäßige Abnutzung der Spurkränze auftritt. In solchen Fällen müssen dann alle Räder auf den durch die größte Abnutzung gegebenen Durchmesser abgedreht werden. Durch Aufschweißen von Material wird dadurch das Abdrehen der Räder auf ein Mindestmaß beschränkt. Bild 5 veranschaulicht einen Wagenradsatz nach dem Aufschweißen und Abdrehen. Die aufgeschweißten Spurkränze haben sich bereits im längeren Dauerbetrieb als durchaus betriebssicher und dauerhaft erwiesen.

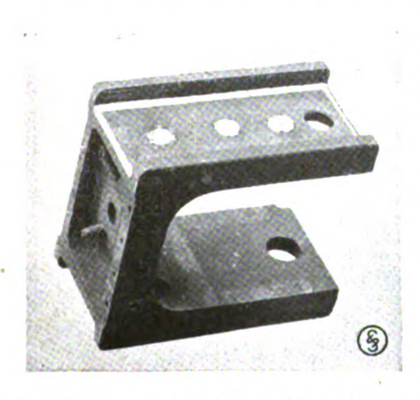


Bild 3. Durch Lichtbogenschweißung instand gesetztes Achslager.

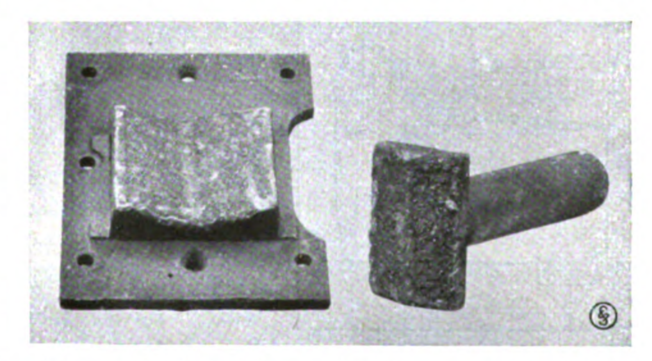


Bild 4. Durch Lichtbogenschweißung instand gesetzter Stoßpuffer.

Auch bei Ausführung sonstiger Schweißarbeiten an Lokomotiven und Wagen läßt sich die elektrische Lichtbogenschweißung sehr gut verwenden. Insbesondere kommt in Frage das

Digitized by Google

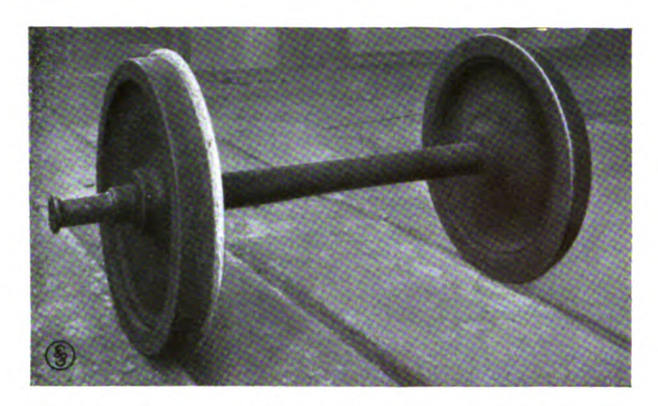


Bild 5. Radsatz nach dem Aufschweißen und Abdrehen.

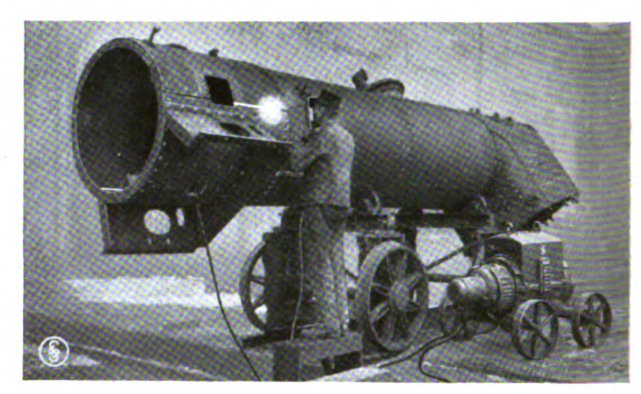


Bild 7. Anschweißen eines neuen Rauchkammer-Unterteils.

Schweißen an Kesseln; so können Risse in den Krempungen, an den Stehkesselwänden, an den Rohrwänden usw. geschweißt werden; ferner Anfressungen an den Feuerbuchsen. Ein anderes Beispiel zeigt Bild 7, wobei ein neues Rauchkammer-Unterteil mit etwa 11 mm Blechstärke angestückt wurde. Eine bemerkenswerte Schweißung ist in Bild 8 wiedergegeben, und zwar handelt es sich um die Schweißung eines gebrochenen, 30 mm starken Lokomotivrahmens einer Güterzuglokomotive. Das linke Bild zeigt den Rahmen vor der Schweißung, das rechte nach der Schweißung. Diese wurde in senkrechter Lage ausgeführt, so daß der Rahmen an der Maschine bleiben konnte, und benötigte einschließlich der Vorarbeiten insgesamt 13 Stunden. Zur Verstärkung der Stelle wurde hinter dem Rahmen noch eine Lasche übergeschweißt. Die Lokomotive ist seit $1^1/_2$ Jahren wieder in Betrieb und hat trotz hoher Beanspruchungen noch zu keinen Beanstandungen Veranlassung gegeben.

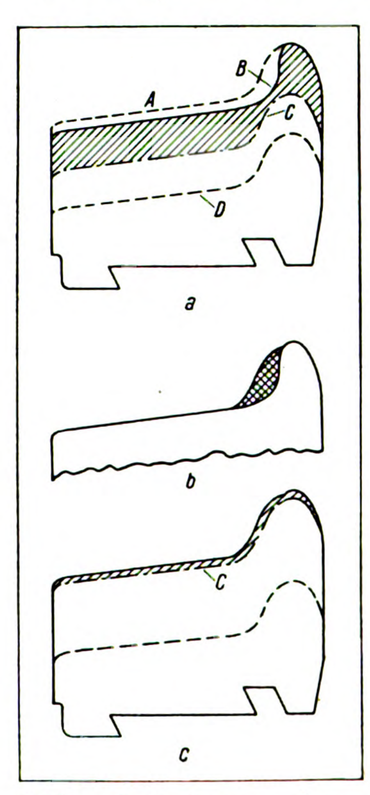
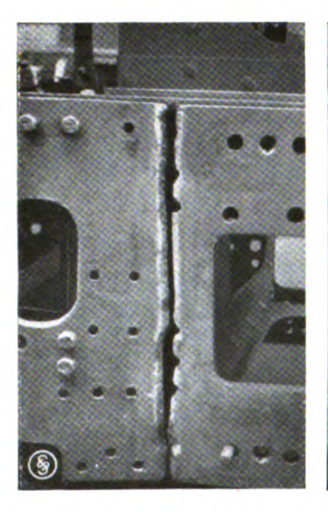


Bild 6. Instandsetzung abgelaufener Spurkränze.

Neben der Schweißung von Flußeisen und Stahl spielt auch die Schweißung von Gußeisen eine große Rolle. So können Ventile mit kleineren Rissen sowie schadhafte Schieberkästen in durchaus zuverlässiger Weise mit Hilfe der Lichtbogenschweißung wieder instand gesetzt werden. Auch Zerstörungen an Zylindern lassen sich mit Hilfe der Lichtbogenschweißung in kurzer Zeit beseitigen.

Für die sachgemäße Ausführung aller vorerwähnten Schweißungen ist das Vorhandensein einer einwandfrei arbeitenden Schweißanlage Vorbedingung. Für Flußeisen- und Stahlschweißungen sowie für die üblichen Gußeisenschweißungen haben die SSW besondere, leicht bedienbare Eingehäuse-Schweißumformer durchgebildet, von denen in den letzten drei Jahren etwa 800 Stück an die verschiedensten Industriezweige geliefert wurden. Der äußere Aufbau ist



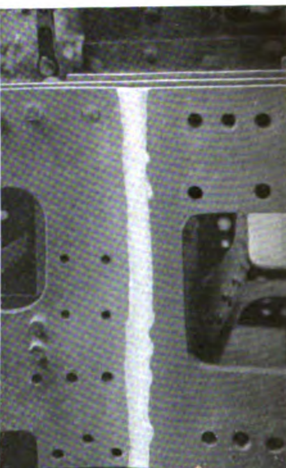


Bild 8. Schweißung eines gebrochenen Lokomotivrahmens. Links: vor der Schweißung. Rechts: nach der Schweißung.

Digitized by Google

aus Bild 7 ersichtlich, wo der Umformer neben dem Kessel zu sehen ist. Dieser Umformer ist für eine Dauerstromstärke von 200 A bemessen und eignet sich infolge seiner leichten Beweglichkeit außerordentlich für die Verwendung in Eisenbahnwerkstätten. Der Umformer wird sowohl für Anschluß an Drehstrom als auch an Gleichstrom gebaut. Daneben wird von den SSW noch ein Schweißtransformator gleichfalls für 200 A geliefert.

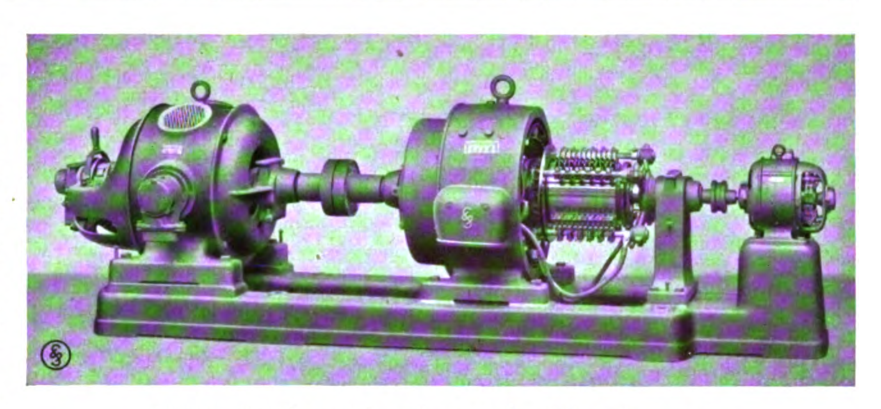


Bild 9. Ortsfeste Schweißanlage für 500 A Dauerstrom.

Für die größeren Gußeisenschweißungen kommen ortsfeste Schweißanlagen, und zwar für Dauerstromstärken von 500 und 1000 A in Frage. In Bild 9 ist eine solche ortsfeste Anlage für 500 A Dauerstromstärke dargestellt.

Die Verwendung von elektrischen Glühlichtleuchten der SSW im Eisenbahnbetrieb

Von Dipl.-Ing. F. Hein, Abteilung Zentralen der SSW.

Die gesteigerten Ansprüche, die im Eisenbahnbetrieb sowohl an das Personal als an sämtliche Betriebs- und Verkehrseinrichtungen gestellt werden, machen ihren Einfluß auch auf die Beleuchtung geltend, so daß gerade im Bahnbetrieb die lichttechnisch vollkommensten und betriebssichersten Beleuchtungskörper (Leuchten) gewählt werden sollten, die dabei gleichzeitig auch eine möglichst gute Wirtschaftlichkeit aufweisen.

Es sollen im nachstehenden die Typen der neuzeitlichen SSW-Leuchten für elektrische Glühlichtbeleuchtung aufgeführt werden, die jetzt hauptsächlich in der Großbeleuchtung in Eisenbahnbetrieben, zur Beleuchtung von Gleisfeldern (Verschiebebahnhöfen), Bahnsteigen, Bahnhofshallen, Lokomotivschuppen, Werkstätten und Bureauräumen in Anwendung kommen.

Da die elektrische Bogenlampe, die in der Vorkriegszeit in der Großbeleuchtung im Eisenbahnbetrieb vorherrschend war, jetzt fast ganz von der Gasfüllungs-Glühlampe (Nitra- oder auch Halbwattlampe) verdrängt ist, so sei auf die Bogenlampenbeleuchtung hier nicht weiter eingegangen.

Die Beleuchtungsanlagen im Bahnbetrieb, an die sehr vielseitige und hohe Anforderungen gestellt werden, verlangen eine sachgemäße, gewissenhafte Projektierung unter genauer Beachtung aller in Betracht kommenden Gesichtspunkte der Lichttechnik und Beleuchtungshygiene.

Es sind z. B. bei Gleisanlagen die Lokomotivführer, das Rangierpersonal oder die Stellwerksbeamten durch zweckmäßige Leuchten gegen Blendung zu schützen — das Publikum muß auf Bahnsteigen die Anzeigeschilder lesen oder eine Uhr erkennen können und darf nicht etwa durch davorhängende Lampen von großer Leuchtdichte (Flächenhelligkeit) geblendet werden. — Treppen sind so zu beleuchten, daß auf sie keine von den Treppenstufen selbst oder von Säulen und anderen Gegenständen herrührenden scharfen Schlagschatten fallen können, die für das Publikum ein unsicheres Gehen oder gar Stolpern verursachen — Schilder und Tafeln sind möglichst in matter und nicht in stark glänzender Ausführung zu wählen und so anzuordnen, daß sich in ihnen Lichtquellen nicht spiegeln können und das Lesen der Schilder ohne Blendung möglich ist — usw.

Es muß also durch Auswahl der richtigen Leuchten mit zweckentsprechender Lichtverteilung, durch richtige Anordnung der Leuchtstellen und durch eine ausreichend bemessene Beleuchtungsstärke die jeweils erforderliche Beleuchtung geschaffen werden.

Digitized by Google

1. Beleuchtung von Gleisanlagen (Verschiebebahnhöfe).

Bei Projektierung von Gleisbeleuchtungsanlagen wurde bis jetzt hauptsächlich Wert auf eine möglichst große Gleichmäßigkeit der Beleuchtung gelegt, d. h. man wollte in der Mitte zwischen zwei aufeinanderfolgenden Leuchten, 1 m über dem Fußboden gemessen, einen im Vergleich zur größten Beleuchtungsstärke unterhalb der Leuchte möglichst hohen Minimalwert der Beleuchtung erzielen, wobei diese Minimalwerte nicht unter einen bestimmten, von den Betriebsvorgängen in einem Gleisgebiet abhängigen Mindestwert sinken dürfen. Dieses Beleuchtungsziel wird dadurch erreicht, daß man einerseits entsprechend große Lichtpunkthöhen wählt und andererseits geeignete Glühlichtarmaturen (Leuchten) verwendet, z. B. SSW-Flachstrahler, die mit Hilfe von Prismengläsern den Lichtstrom der Glühlampen zu einer stärksten, möglichst blendungsfreien Lichtausstrahlung in einem Winkel von 10 bis 20° zur Horizontalen zusammenfassen.

Bild 1 stellt die SSW-Flachstrahler Type L 33 fl, L 37 fl, L 39 fl für Glühlampen von 300 bis 1500 Watt dar. Diese Flachstrahler werden in Eisenblech und in Gußeisen ausgeführt, wobei die letztere Ausführung besonders für den Bahnbetrieb zu empfehlen ist. Dadurch,

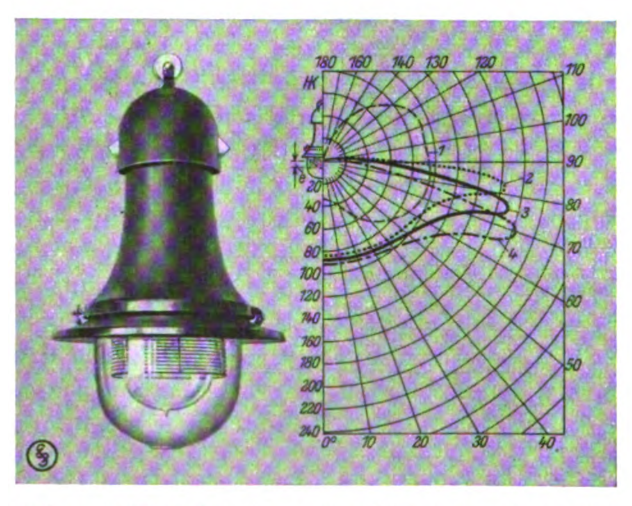


Bild 1. SSW-Flachstrahler mit Lichtverteilungskurven für 1000 Lumen der nackten Lampe.

daß in den SSW-Flachstrahlern sich die Glühlampe höher oder tiefer einstellen läßt, kann man erreichen, daß das Lichtmaximum in verschiedenen Winkeln zur Horizontalen ausgestrahlt wird (siehe Lichtverteilungskurve Bild 1), daß man also in einem gewissen Abstand von der Leuchte stärkere oder schwächere Beleuchtungswerte auf dem Fußboden erhalten kann.

Daneben wird nun in neuerer Zeit bei Beleuchtung von Gleisanlagen weniger Wert auf eine große Gleichmäßigkeit der Beleuchtung gelegt, als besonders auf möglichsten Schutz gegen Blendung, so daß z. B. die Lokomotivführer und das Rangierpersonal bei einem gewissen Blickwinkel (etwa 30°) überhaupt nicht von direkten Strahlen aus den Leuchten, die zur Gleisbeleuchtung dienen, getroffen werden können, und daß leuchtende Flächen von mehr oder weniger großer Leuchtdichte, wie sie die Glasglocken der Flachstrahler darstellen, von denen gegebenenfalls Blendwirkung ausgehen könnte, überhaupt vermieden werden.

Die Forderung nach möglichster Vermeidung von Blendung wird in diesem Falle am besten durch Verwendung von Steilstrahlern, Type L 33 st und L 37 st, erfüllt (Bild 2). Auch die SSW-Steilstrahler werden aus Eisenblech und aus Gußeisen geliefert, und die Glühlampenfassung ist ebenfalls wie bei den Flachstrahlern in der Leuchte verstellbar angeordnet, so daß durch Höher- oder Tieferstellen der Glühlampe in der Armatur die Nutzlichtfläche des Steilstrahlers vergrößert oder verkleinert bzw. die mittlere Horizontalbeleuchtung dadurch stärker oder schwächer gemacht werden kann (Lichtverteilungskurve Bild 2). Die Verstellbarkeit der Glühlampe in der Leuchte, die es ermöglicht, das Leuchtfadensystem der Lampe in die lichttechnisch richtige Stellung zu bringen, ist übrigens ein Vorzug, den sämtliche neue Leuchten der SSW aufweisen.

Die Maste mit den Steilstrahlern wird man in den Gleisfeldern am besten an Weichenkomplexen oder an sonst kritischen Verkehrspunkten aufstellen, auf deren gute Beleuchtung es besonders ankommt. Bei gleichen Mastabständen wird natürlich, unter sonst gleichen Verhältnissen, bei Steilstrahlern eine geringere minimale Beleuchtungsstärke in der Mitte der Verbindungslinie der Fußpunkte zweier aufeinanderfolgenden Leuchtstellen vorhanden sein, als bei Verwendung von Flachstrahlern.

Digitized by Google

Nach den neuen von der D.B.G. aufgestellten Leitsätzen für die Beleuchtung im Freien (Licht und Lampe, Heft 25, Dezember 1923) werden keine Vorschriften für die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung gemacht. Nach diesen Leitsätzen wird eine mittlere Horizontalbeleuchtung vorgeschrieben für Gleisfelder von 0,2 bis 0,5 Lux und für Gleisfelder im Bereich der Weichen von 0,5 bis 1,5 Lux und eine Mindestbeleuchtungsstärke von 0,1 bis 0,3 Lux für Gleisfelder und von 0,2 bis 0,5 Lux für Gleisfelder im Bereich der Weichen. Die genannten Zahlen stellen jeweils Mindestwerte dar.

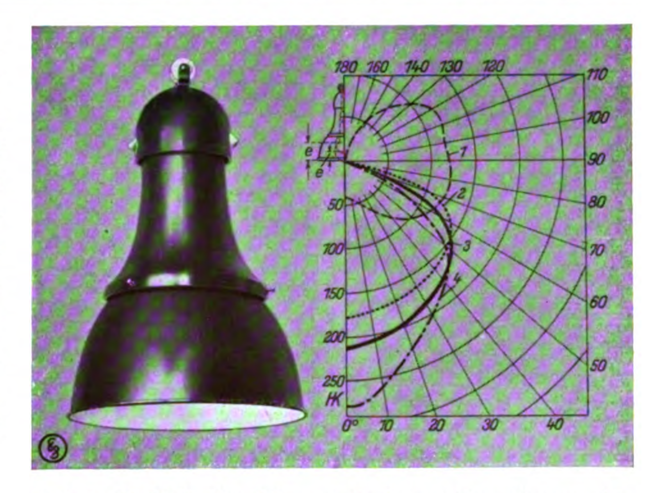


Bild 2. SSW-Steilstrahler mit Lichtverteilungskurven für 1000 Lumen der nackten Lampe.

2. Beleuchtung von Bahnsteigen.

In hohen überdeckten Bahnhöfen wird man die Bahnsteige ebenfalls durch Steilstrahler (Bild 2) bei hohen Lichtpunkthöhen beleuchten und so eine blendungsfreie vorteilhafte Beleuchtung erzielen.

Für niedrigere überdeckte Bahnsteige wählt man zweckmäßig Schrägstrahler mit Opalüberfangglasglocken (Bild 3). Man wird hier meist mit den kleinen Schrägstrahlern Type L 31 sg aus Eisenblech oder L 35 sg aus Gußeisen, die für Glühlampen von 60 bis 200 Watt bestimmt sind, auskommen. Bei einer Beleuchtung mit Schrägstrahlern wird infolge der lichtstreuenden Wirkung der Opalüberfangglasglocken das Publikum auf den Bahnsteigen nicht geblendet, und bei richtiger Anordnung der Leuchten wird eine ausreichende Vertikalbeleuchtung erreicht, so daß die Schilder an den Wagen und auf dem Bahnsteig gut zu lesen und auch die Stufen vor den Wageneingängen genügend beleuchtet sind. Für Bahnsteige dürfte man im allgemeinen mit Beleuchtungsstärken ausreichen, wie sie die Leitsätze für Beleuchtung im Freien, für Straßen mit starkem Verkehr, für Bahnhofsvorplätze usw. vorschreiben (mittlere Beleuchtungsstärke 5 bis 10 Lux, Mindestbeleuchtungsstärke 1 bis 2 Lux). Für große verkehrsreiche Bahnhöfe wird man jedoch meist höhere Beleuchtungswerte wählen, während man bei kleinen Nebengleisanschlüssen mit schwachem Verkehr mit geringeren Beleuchtungsstärken auskommt.

3. Beleuchtung von Bahnhofsvorhallen.

Bei der großen Verschiedenheit in der baulichen Ausführung und Einrichtung der Bahnhofsvorhallen kann natürlich eine bestimmte Beleuchtungsart und eine Leuchtentype, die für alle Fälle als die allein richtige in Betracht kommt, nicht angegeben werden. Es sollen an dieser Stelle auch nur einige allgemein zu beachtende Gesichtspunkte bei der Beleuchtungsprojektierung besprochen werden. Es ist anzustreben, daß der ganze Bahnhofsvorraum eine ausreichende Allgemeinbeleuchtung erhält, bei welcher Schilder Bekanntmachungen, Fahrpläne, Preistafeln usw. genügend beleuchtet sind. Die Fahrkartenschalter selbst erhalten meist noch eine besondere Einzelbeleuchtung, die die eigentliche Zahlstelle beleuchtet. Das in der Vorhalle verkehrende Publikum darf von keiner im Raum angebrachten und besonders von keiner zu

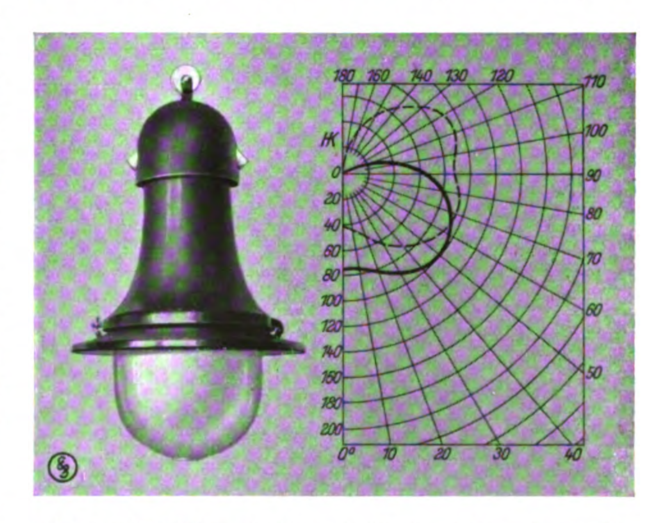


Bild 3. SSW-Schrägstrahler mit Lichtverteilungskurve für 1000 Lumen der nackten Lampe.

Digitized by Google

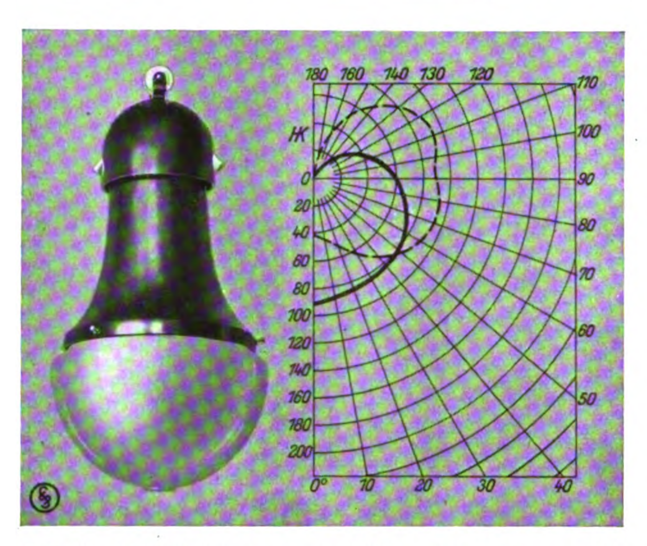


Bild 4. SSW-Freistrahler mit Lichtverteilungskurve für 1000 Lumen der nackten Lampe.

niedrig hängenden Lichtquelle der Allgemeinbeleuchtung geblendet werden.

In sehr hohen Hallen könnten hier wiederum Steilstrahler (Bild 2) bei großer Aufhängehöhe (8 m und mehr) Verwendung finden. In hohen und mittelhohen Hallen wird man je nach Bauart und Ausstattung des Raumes, wenn neben einer guten Lichtwirkung nach unten starke seitliche Lichtausstrahlung und kräftige Wandbeleuchtung verlangt ist, Schräg- und Freistrahler mit Opalüberfangglasglocken (Bild 3 und 4) verwenden

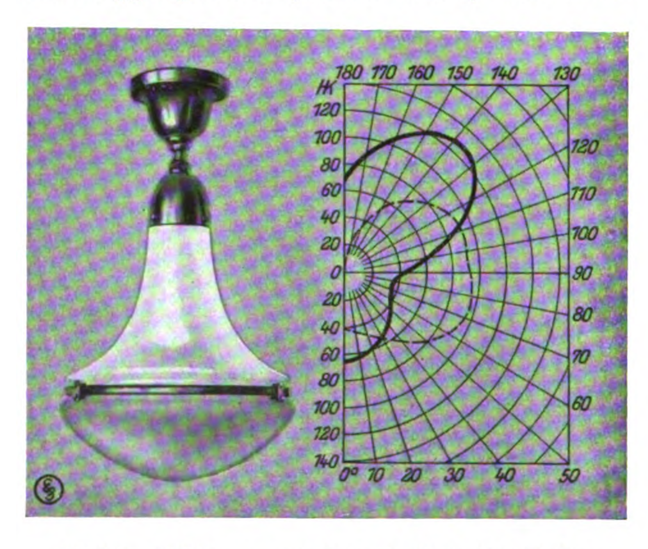


Bild 5. SSW-Innenraum-Luzette für halbindirekte Beleuchtung.

können, die letztere Armaturtype besonders dann, wenn die Decke zur Lichtreflexion noch mitbenutzt werden soll. Hauptsächlich werden jedoch Innenraum-Luzetten (Bild 5–6) in Betracht kommen, und zwar in höheren Räumen (über etwa 5,5 m) die Luzetten L 51, L 41 für diffuse direkte Beleuchtung, die eine blendungsfreie, kräftige Beleuchtung nach unten ergeben bei gleichzeitig guter seitlicher Lichtstreuung und schwacher Erhellung des Oberraumes. Die Lichtpunkthöhen der Leuchten sind unter Berücksichtigung der Art der Lichtverteilungskurve so zu wählen, daß die günstigste Lichtwirkung erzielt und Blendung möglichst vermieden wird. Die Luzetten L 52, L 42 für halbindirekte Beleuchtung, mit denen eine angenehme und gleichmäßige Beleuchtung mit äußerst weichen Schatten geschaffen wird, setzen für ihre zweckmäßige Verwendung das Vorhandensein von weißen Decken und hellen Wänden voraus, sie würden in Ausführung mit Deckenkappe (Bild 5) auch für niedrige Räume (etwa 3 m und darunter) gewählt werden können.

Bei den SSW-Luzetten, sowohl für halbindirekte als für diffuse direkte Beleuchtung, sei noch besonders das gefällige und zweckmäßige Äußere und ihr hoher lichttechnischer Wirkungsgrad hervorgehoben, denn etwa 87 v. H. des gesamten Lichtstromes der Glühlampe werden hierbei für die Raumbeleuchtung nutzbar gemacht.

Bild 5 und 6 stellen nur die beiden Luzetten-Ausführungsarten mit Deckenkappe und Aufhängeöse dar, die Innenraum-Luzetten werden jedoch außerdem noch in Ausführungen mit Rohr- und Kettenpendel geliefert.

4. Beleuchtung größerer Wartesäle.

Auch für Wartesäle läßt sich bei der sehr verschiedenen Beschaffenheit und Bauart dieser Räume eine bestimmte Leuchtentype als allein geeignete nicht angeben.

Die Beleuchtungsstärke sollte so gewählt sein, daß an den Tischen von dem Publikum noch gelesen und geschrieben werden kann, es wäre also möglichst eine mittlere Horizontalbeleuchtung von wenigstens etwa 40 Lux anzustreben, selbstredend darf die Beleuchtung nicht blenden.

Sind künstlerisch ausgeführte Decken vorhanden, so sollen diese durch die künstliche Allgemeinbeleuchtung genügend erhellt sein, ebenso müssen vorhandene große Wandtafeln mit den Abfahrts- und Ankunftszeiten der Züge, wenn

Digitized by Google

sie nicht als Transparente ausgeführt sind, ausreichend beleuchtet werden.

Kronleuchter, mit vielen kleinen Glühlampen, die eine unwirtschaftliche und meist unzweckmäßige Beleuchtung ergeben und die obendrein vom künstlerischen Standpunkt aus betrachtet häufig nicht befriedigen, wenn sie der Architektur des Raumes nicht sehr gut angepaßt sind, sollte man möglichst vermeiden und dafür die lichttechnisch gut durchgebildeten Leuchtentypen für Glühlampen von größerer Lichteinheit wählen, wie sie im vorhergehenden Abschnitt aufgeführt sind.

In erster Linie kommen hier wiederum Innenraum-Luzetten (Bild 11—18) zur Anwendung. Bestimmte Beleuchtungsvorschläge müssen natürlich stets von Fall zu Fall ausgearbeitet werden.

5. Beleuchtung der Lokomotivschuppen und Werkstätten.

Zur Beleuchtung der Lokomotivschuppen und Werkstätten kommen fast ausschließlich Steilstrahler (Bild 1) und Werkstattleuchten L 71 (Bild 7), die ebenfalls eine Steilstrahlwirkung haben und eine kräftige blendungsfreie Bodenbeleuchtung ermöglichen, zur Verwendung.

In den Werkstätten werden meist Lichtpunkthöhen von etwa 3,5—6 m und Lichteinheiten von 100—300 Watt in Betracht kommen bei Lampenabständen, die etwa gleich der 1- bis 1,3fachen Lichtpunkthöhe sind (mittlere Horizontalbeleuchtung etwa 40—60 Lux). Es empfiehlt sich, in den Werkstattleuchten halbmattierte Glühlampen zu verwenden.

6. Beleuchtung von Bureauräumen.

Für Bureauräume ist die halbindirekte Allgemeinbeleuchtung mit Innenraum-Luzetten (Bild 5) die gebräuchlichste und zweckmäßigste; hierbei ist, wie schon vorher erwähnt, Voraussetzung, daß Decken und Wände (letztere wenigstens in ihrem oberen Teil) weiß gehalten sind. Der Abstand der Luzetten von der Decke und die Entfernungen der Luzetten voneinander sind so zu wählen, daß die Decke möglichst gleichmäßig erleuchtet ist, daß also keine dunklen Flecke zwischen den einzelnen Leuchtstellen vorhanden sind. Auf diese Weise erhält man eine blendungsfreie, sehr gleichmäßige und fast schattenfreie Beleuchtung.

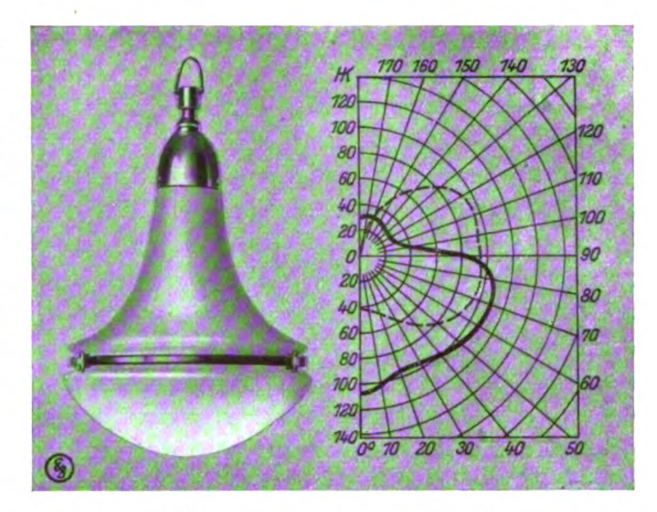


Bild 6. SSW-Innenraum-Luzette für diffuse direkte Beleuchtung.

Die mittlere Horizontalbeleuchtung wählt man erfahrungsgemäß in Bureauräumen für normale Schreibarbeiten etwa zu 60—80 Lux, wobei für mittelhohe Räume von 3—4,5 m Höhe meist Glühlampen von 100 bis 200 Watt in Betracht kommen.

Auf die Einzelplatzbeleuchtung, bei der jeder Schreibtisch eine Stehlampe oder ein Pendel (32 bis 50 HK) mit geeignetem Reflektor, der eine Blendung für den Arbeitenden ausschließt, erhält, soll hier nicht weiter eingegangen werden. Bemerkt sei nur, daß die Einzelplatzbeleuchtung meist unwirtschaftlicher ist als die Allgemeinbeleuchtung.

7. Bahnhofsbeleuchtung bei Anschluß an den Bahnstrom von $16^2/_3$ Perioden.

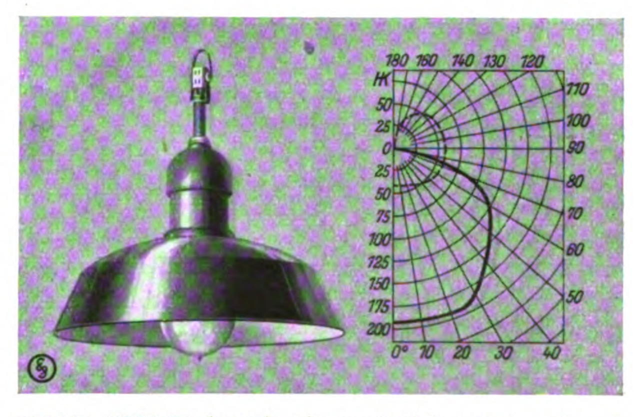


Bild 7. SSW-Werkstattleuchten mit Lichtverteilungskurve für 1000 Lumen der nackten Lampe.

Zum Schluß sei noch einiges gesagt über den direkten Anschluß von Gleis- und Bahnhofs-

Digitized by Google

beleuchtungen an den Bahnbetriebsstrom in den elektrisierten Bahnbetrieben.

Der für den elektrischen Zugbetrieb in Deutschland fast ausschließlich verwendete hochgespannte einphasige Wechselstrom von 15 000 V und $16^2/_3$ Perioden erfordert für die Glühlichtbeleuchtung, für die er natürlich durch Transformatoren erst auf die normale Spannung von 220 V herabtransformiert werden muß, insofern besondere Beachtung, als bei der sehr niedrigen Frequenz von $16^2/_3$ Perioden in dem Glühlampenlicht die bekannten Flimmererscheinungen auftreten, die die Verwendung niederwattiger luftleerer Metalldrahtlampen (bis 100 Watt) von normaler Spannung (220 V) für Nahbeleuchtungen in Innenräumen unmöglich macht.

Aus eingehenden Versuchen, die über den Glühlichtbetrieb bei direktem Anschluß der Glühlampen an einphasigen Wechselstrom von 220 V, $16^2/_3$ Perioden angestellt wurden, sei als Auszug kurz folgendes mitgeteilt:

Bei 220 V können für Außenbeleuchtungen (also für Gleisbeleuchtungen) und hohe Bahnhofshallen normale, hochkerzige Nitralampen (Halbwattlampen) ohne Bedenken in den üblichen Leuchten, wie sie in dem ersten Teil dieses Aufsatzes aufgezählt sind, Verwendung finden. Eine 500 W-Nitralampe brannte in einer Leuchte für Außenbeleuchtung ohne jede störende Flimmererscheinung so ruhig wie bei Gleichstrom.

Für Innenbeleuchtungen ergaben Nitralampen von 200 W in Luzetten für halbindirekte Beleuchtung eine für Bureauräume brauchbare Beleuchtung, während mit Nitralampen von geringerem Wattverbrauch keine befriedigenden Ergebnisse erzielt wurden. Bei 200 W-Lampen, die in Armaturen für direkte Beleuchtung brannten, zeigte sich eine Beleuchtung, die z. B. für Werkstätten als noch verwendbar gelten kann.

Luftleere Metalldrahtlampen für 220 V lieferten dagegen bei Strom von $16^2/_3$ Perioden ein völlig unbrauchbares Licht mit den bekannten starken Flimmererscheinungen, die ihre Ursache in dem zu geringen Wärmefassungsvermögen der verhältnismäßig dünnen Glühfäden der normalen Glühlampen haben.

Um niederkerzige luftleere Drahtlampen für direkten Anschluß an $16^2/_3$ Perioden verwendbar zu machen und das lästige Flimmern im Glühlicht zu beseitigen, sind Glühlampen mit starken Leuchtfäden von hoher Wärmekapazität zu verwenden, welche die periodischen Spannungsschwankungen infolge der letzteren nicht mitmachen, mit andern Worten heißt dies, daß für die Glühlampen niedrige Lampenspannungen und entsprechend hohe Stromstärken anzuwenden sind.

Für alle Beleuchtungszwecke in Innenräumen, bei denen die Lichtquelle verhältnismäßig nahe den Augen des Arbeitenden liegt, z. B. bei Stehlampen für Schreibtische usw., kurz bei allen Beleuchtungen, bei denen naturgemäß besonderer Wert auf Ruhe und Flimmerfreiheit des Lichtes gelegt werden muß, würden Metalldrahtlampen von 4—5 A Stromverbrauch verwendet werden müssen. Hiernach würden, um noch zu brauchbaren Spannungen bei kleinem Wattverbrauch zu kommen, sich Glühlampen von etwa 50 W bei 10—12 V Spannung ergeben.

Werden geringere Ansprüche an die Ruhe des Lichtes gestellt, so kann man entsprechend die Lampenspannung etwas erhöhen oder mit dem Wattverbrauch heruntergehen.

Eine Hintereinanderschaltung dieser 10 bis 12 V-Glühlampen ist jedenfalls nicht ratsam, denn gerade in Bahnbetrieben bestehen aus Gründen der Betriebssicherheit berechtigte Bedenken gegen eine solche Serienschaltung.

Bei dem direkten Anschluß der Bahnhofsbeleuchtung an den Fahrdraht sind noch diejenigen Spannungsschwankungen zu erwähnen, die sich durch den Bahnbetrieb selbst (Anfahren der Züge usw.) ergeben, die aber besonders auf größeren Bahnanlagen für den Lichtbetrieb lästig werden können.

Im allgemeinen dürfte der direkte Anschluß von Bahnhofsbeleuchtungen an den Bahnbetriebsstrom nur für kleinere Bahnhöfe in Betracht kommen, bei denen sich eine Umformung des Bahnstromes von niedriger Frequenz mit Hilfe von rotierenden Umformern nicht lohnt.

Es sei noch erwähnt, daß durch eine Umformung des Wechselstroms von $16^2/_3$ Perioden mittels Quecksilberdampf-Gleichrichter auf der Gleichstromseite das Flimmern im Glühlicht nicht beseitigt werden kann. Der Gleichrichter ist im elektrischen Sinne nur ein Schalter, und es machen sich daher auf der Gleichstromseite genau dieselben periodischen Spannungsschwankungen und das damit verbundene

Digitized by Google

Flimmern des Glühlichtes bemerkbar wie auf der Wechselstromseite.

Unter Umständen könnte bei größeren Bahnhofsbeleuchtungsanlagen noch daran gedacht werden, die Gleisbeleuchtung und die Beleuchtung von hohen Bahnsteighallen, für die nur hochkerzige Nitralampen in Betracht kommen, die bei $16^2/_3$ Perioden vollkommen einwandfrei brennen, an den Fahrdraht anzuschließen (natürlich unter Verwendung von entsprechenden Transformatoren mit 220 V Unterspannung), dagegen die Beleuchtung der Werkstätten, der Bahnsteige mit niedriger Überdachung und die Beleuchtung der Stationsgebäude mit normaler Wechselstromspannung (220 V) von normaler Frequenz bzw. mit normaler Gleichstromspannung unter Verwendung von rotierenden Umformern zu betreiben. Allgemeine Regeln, welche Betriebsverhältnisse für Bahnhofsbeleuchtungsanlagen am wirtschaftlichsten sind, lassen sich nicht aufstellen, es ist vielmehr jeder Fall für sich zu untersuchen.

Die kompensierten Motoren der SSW auf den Ausstellungen des Jahres 1924

Von Dipl.-Ing. E. Ganssauge, Abteilung Industrie der SSW.

Auf der Leipziger Herbstmesse 1924 sowie während der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin haben die SSW in zwei Maschinensätzen die von ihnen entwickelten Typen von kompensierten Motoren gezeigt. Es sind dies zur Zeit vier verschiedene Arten, um jeweils die verschiedenen Vorteile der einzelnen Ausführungsmöglichkeiten entsprechend den Leistungen und dem Verwendungszweck der Maschinen zur Geltung zu bringen. Die Entwicklung der kompensierten asynchronen Maschinen ist damit jedoch noch nicht abgeschlossen. Schon auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1925 werden die SSW weitere Ergebnisse dieser Entwicklung bringen.

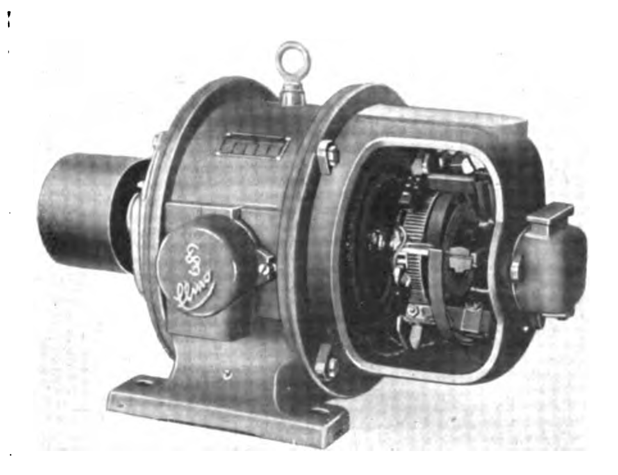


Bild 1. Heylandmotor, Type RH.

Der erste der beiden ausgestellten Maschinensätze zeigt zwei kleinere kompensierte Motoren mit einer Drehzahl von 1500 Umdr/min, die wechselweise einen in der Mitte des Dreimaschinensatzes montierten und auf Widerstände arbeitenden Gleichstromgenerator antreiben.

Der eine Motor (Bild 1) ist ein Motor nach der bekannten Schaltung von Heyland (Bild 2) für eine Leistung von 5,5 kW, der größten, für die diese Motorart durchgebildet ist. Diese Ausführungsform hat den für Kleinmotoren unbestreitbaren Vorzug, daß der Motor wie ein normaler Asynchronmotor ständergespeist ist, woraus sich wiederum der weitere Vorteil ergibt, daß auch hier der betriebssichere, einfache Kurzschlußläufer Verwendung finden kann. Im Aufbau gleicht der Motor infolgedessen ganz einem gewöhnlichen Kurzschlußläufermotor gleicher Leistung, der Unterschied besteht äußerlich lediglich darin, daß ein kleiner Kommutator eingebaut ist.

Die Arbeitsweise dieses Motors zeigt Bild 3. Hervorzuheben ist hier die Leistungsfaktorkurve. Man sieht, daß der cos φ über einen großen Bereich praktisch gleich 1 und im Leerlauf voreilend ist. Der Wirkungsgrad dieser Motoren ist, wie ebenfalls aus dem Bild ersichtlich, nur um ein Geringes schlechter als der normaler Asynchronmotoren, die Überlastbarkeit jedoch ist als Folgeerscheinung der Kompensation wesentlich höher.

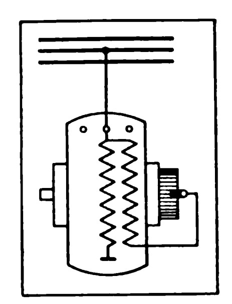


Bild 2. Schaltung des Heylandmotors.

Infolge dieser Eigenschaften ist der Motor für alle Arten von Antrieben zwischen 1,5 und 5,5 kW

Digitized by Google

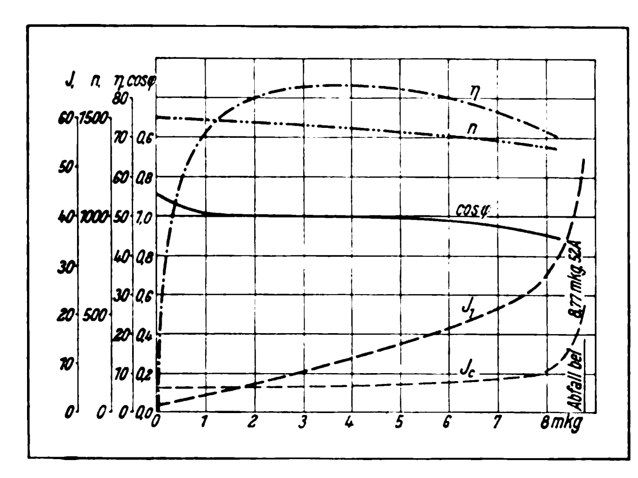


Bild 3. Betriebskurven des Heylandmotors.

geeignet, auch für solche, bei denen hohe Belastungsstöße auftreten.

Bemerkenswert ist bei diesen Motoren noch die Riemenscheibe, die als mechanischer Anlasser ausgebildet ist und, wie im vorliegenden Falle, auch als Kupplung benutzt werden kann. Das wesentlichste Merkmal dieses mechanischen Anlassers ist, daß durch ihn der Anlauf und das Anziehen des Motors zeitlich voneinander getrennt werden, wodurch sich zwei nicht zu unterschätzende Vorteile für den Kurzschlußläufermotor ergeben, nämlich erstens der, daß die mit dem mechanischen Anlasser ausgerüsteten Motoren unter weit höherer Last anlaufen können, als es die Motoren an sich gestatten, und zweitens der,

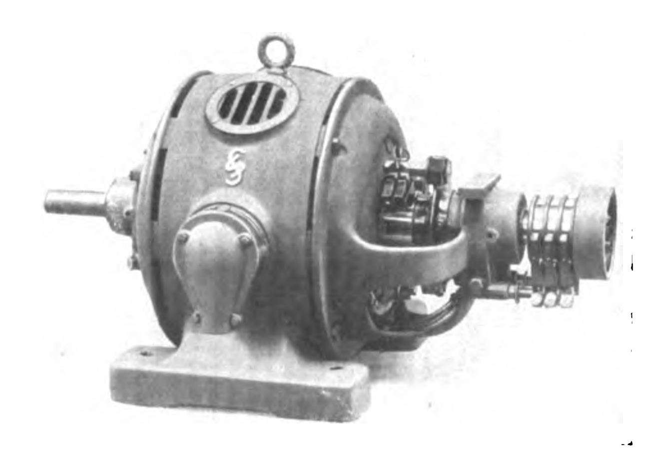


Bild 4. Osnosmotor, Type RC.

daß der auftretende Stromstoß außerordentlich gekürzt wird und daher nicht mehr als störend für die Beleuchtung empfunden werden kann.

Über Wirkungsweise und Aufbau des mechanischen Anlassers ist an dieser Stelle schon verschiedentlich berichtet worden.

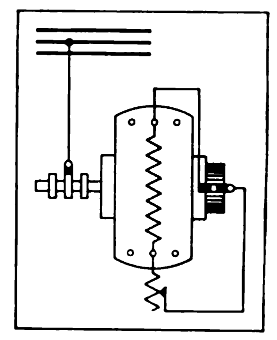


Bild 5. Schaltung des Osnosmotors.

Der zweite Motor dieses Maschinensatzes ist ein kompensierter Motor nach Bauart Osnos für eine Leistung von 7,5 kW. Bereits im Jahre 1902 schrieb Osnos über derartige Motoren. Bild 4 zeigt einen solchen Motor mit abgenommener Schleifringschutzhaube. Der Motor hat Läuferspeisung und weicht konstruktiv von den normalen Asynchronmotoren durch den Kommutator, vor allem aber dadurch ab, daß die Schleifringe außerhalb des Lagerschildes fliegend angeordnet sind. Im Gegensatz zu anderen Schleifring-Konstruktionen hat diese Lösung eine Reihe großer Vorzüge. Einmal ermöglicht sie, den Abstand der beiden Motorlager voneinander verhältnismäßig klein zu halten und gewährleistet dadurch einen ruhigen Lauf des Motors. Zum andern verhindert sie, daß der durch das Schleifen der Bürsten auf den Schleifringen erzeugte Bronzestaub auf den Kommutator fliegt und dadurch unter Umständen zu Betriebsstörungen Anlaß geben kann. Ferner gestattet sie am Ende der Schleifringe eine mitumlaufende Büchse anzubringen, die eine Stern-Dreieck-Umschaltung möglich macht, so daß der gleiche Motor z. B. für 220- und 380-V-Netze verwendet werden kann. Weiter läßt sie zu, daß die sich bei solchen läufergespeisten Motoren als notwendig erweisende Abdeckung der Schleifringe zum Schutze gegen Berührung vom Motorgehäuse gesondert durchgebildet werden kann, und zwar in einfacher Weise mit einer leichten aus Blech hergestellten Haube. Schließlich ermöglicht sie auch noch infolge der Abdeckung und Trennung der spannungführenden Schleifringe vom übrigen Motor eine vollkommen gefahrlose Wartung des Kommutators auch während des Betriebes.

Ihrem ganzen elektrischen Aufbau nach stellt diese Motorart in jeder Hinsicht den vereinfachten Typ des bekannten Drehstrom-Nebenschlußmotors Bauart SSW dar, wie er im zweiten Maschinensatze vorgeführt wird. Die Schaltung (Bild 5), vor allem die Lage des Anlassers, ist

Digitized by Google

die gleiche wie die des Drehstrom-Nebenschluß-motors, und zwar ist der Anlasser in drei Teile mit je zwei Klemmen aufgeteilt, und es liegt je ein solcher Teil zwischen dem Ende einer Ständerphase und der zugehörigen Kommutatorbürste.

Die Wirkungsweise dieser Motoren zeigt Bild 6, aus dem man erkennt, daß der Leistungsfaktor wiederum über einen großen Bereich gleich 1 und bei Entlastung voreilend ist. Der Wirkungsgrad liegt gegenüber dem des normalen Asynchronmotors im allgemeinen höher, die Überlastbarkeit ist ebenfalls wieder gesteigert, und auch das Niveau der Umdrehungszahl ist nach oben verlegt, und zwar so, daß der Motor ungefähr bei Halblast im Synchronismus, bei Leerlauf etwas übersynchron arbeitet.

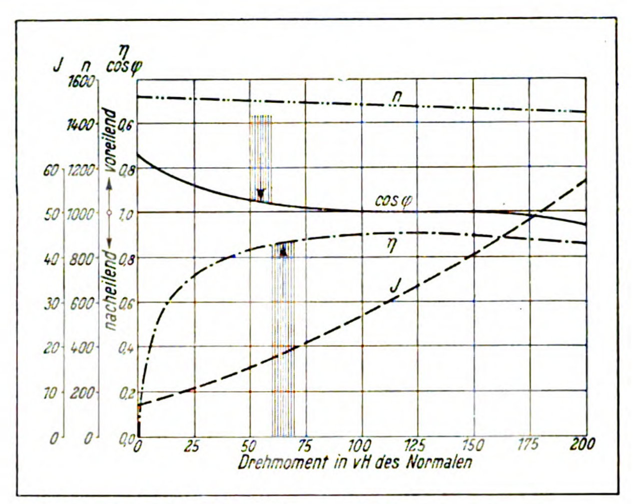


Bild 6. Betriebskurve des Osnosmotors.

Die zu dem Maschinensatz gehörende Schalttafel (Bild 7, linke Tafel) enthält die Schalter, Anlasser, Spannungs-, Strom- und Leistungsfaktorzeiger, sowie die Antriebe für den Belastungswiderstand und den Nebenschlußregler des Gleichstromgenerators, so daß damit die Motoren von Leerlauf bis zu mehrfacher Überlast vorgeführt werden können.

Der zweite Maschinensatz (Bild 7) zeigt in zwei 40 kW-Motoren für 1000 Umdr/min die Ausführungsformen der kompensierten Motoren, die die SSW für Leistungen von 40—100 kW für besonders günstig erkannt und daher gewählt haben. Beide Motoren sind in ihrem Hauptteil normale Asynchronmotoren, sie unterscheiden sich jedoch in ihrer Wirkungsweise von diesen sowie voneinander ganz wesentlich durch die angebauten Erregermaschinen.

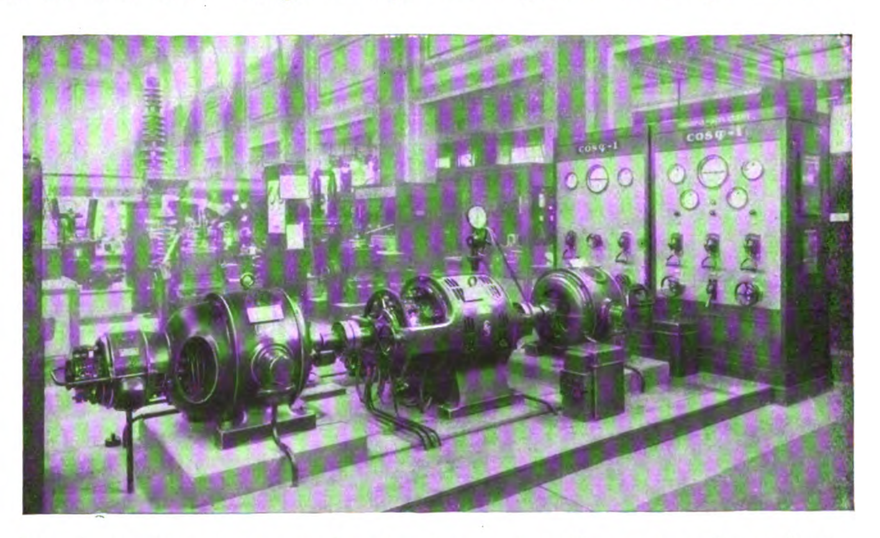


Bild 7. Drei-Maschinensatz, bestehend aus: Asynchronmotor mit angebauter Gleichstrom-Erregermaschine, Type RB, Drehstrom-Nebenschlußmotor, Type RDN und Asynchronmotor mit angebauter Drehstrom-Erregermaschine, Type RA. (Eisenbahntechnische Ausstellung Seddin.)

Der linke Motor des Bildes ist ein synchronisierter Asynchronmotor, also ein Asynchronmotor mit angebauter Gleichstrom-Erregermaschine, dessen Schaltung Bild 8 wiedergibt. Er wird wie ein normaler Asynchronmotor angelassen und hat während dieser kurzen Zeit auch den schlechten Anlaufleistungsfaktor des normalen Asynchronmotors. Nach dem Anlauf wird der Motor von der Erregermaschine her über die Schleifringe mit Gleichstrom gespeist, dadurch wird er selbsttätig zum synchronen Lauf gebracht und erhält, wie auch aus den Betriebskurven Bild 9 hervorgeht, rein synchronen Charakter. Er nimmt also keinen Blindstrom mehr aus dem Netz auf, sondern ist in normaler Ausführung sogar bei Vollast imstande, noch Blindstrom abzugeben. Etwa 40 v. H. Blindstromabgabe bei Nennlast, d. h. ein Leistungsfaktor von $\cos\varphi = 0{,}93$ voreilend ist das Minimum, wofür diese Maschinen gebaut werden, wobei die Abmessungen bis auf die axiale Länge infolge der angebauten Erregermaschine die gleichen sind wie beim normalen Motor gleicher Leistung. Die Eigenschaft, Blindstrom ins Netz zu liefern, wächst bei Entlastung stark

Digitized by Google

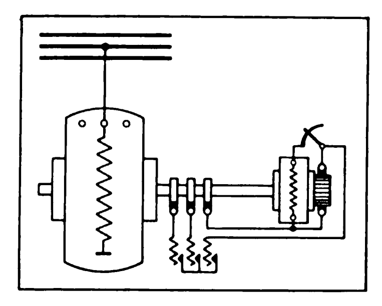


Bild 8. Schaltung des Asynchronmotors mit angebauter Gleichstrom-Erregermaschine (synchronisierter Asynchronmotor).

an, so daß diese Maschinenart auch als reine Blindleistungsmaschine wirtschaftlich verwendet werden kann. Die Überlastbarkeit im synchronen Betrieb sinkt naturgemäß gegenüber der des normalen Asynchronmotors, jedoch sind die Motoren so bemessen, daß die synchrone Überlastbarkeit immer noch bei etwa 150 bis 160 v. H. der Nennlast liegt. Bei stärkerer Überlastung fällt der Motor außer Tritt und läuft als Asynchronmotor weiter.

Damit ergibt sich, daß sich dieser Motor bei Betrieb mit Nennlast vor allen Dingen für Antriebe mit gleichmäßiger Belastung eignet und bei erhöhter Blindleistungsabgabe, die naturgemäß wiederum

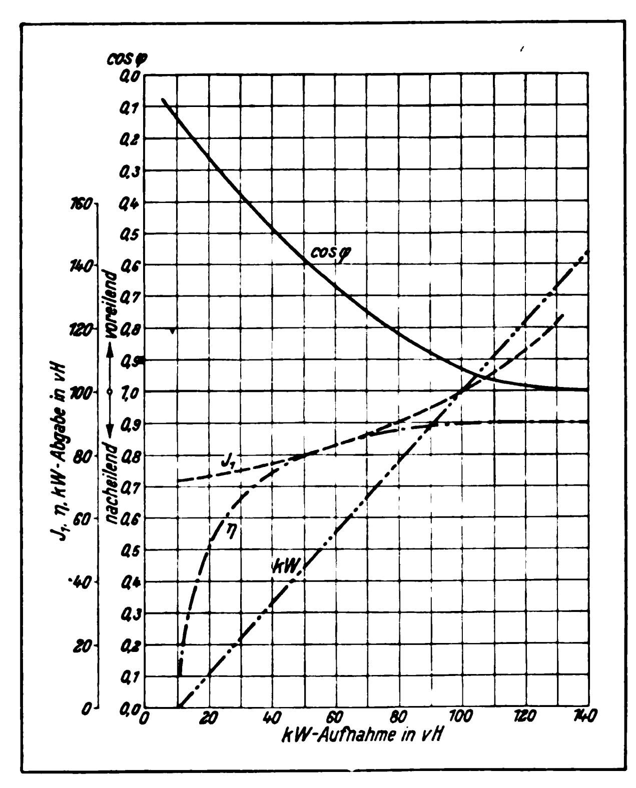


Bild 9. Betriebskurven des Asynchronmotors mit angebauter Gleichstrom-Erregermaschine (synchronisierter Asynchronmotor).

ein erhöhtes synchrones Kippmoment zur Folge hat, vor allem zur Gruppenverbesserung des Leistungsfaktors mit Vorteil Verwendung finden kann.

Der rechte Motor in Bild 7 hat eine Drehstrom-Erregermaschine und stellt damit eine Lösung der Kompensationsfrage mittelgroßer Maschinen dar, die wegen ihrer praktischen und verhältnismäßig billigen Ausführung als vor allem geeignet für viele Fälle angesprochen werden kann. Besonders betriebssicher ist dieser Motor deshalb, weil eine etwaige Beschädigung der Erregermaschine nicht den Ausfall des ganzen Motors bedingt, sondern der Motor dann ohne weiteres als normaler Motor ohne Erregermaschine weiter arbeiten kann.

Die Erregermaschine ist in den Schlupfstromkreis des Motors geschaltet (Bild 10) und erzeugt als eigenerregte Drehstrom-Erregermaschine die den Magnetisierungsstrom bewirkende EMK mit Hilfe des Schlupfstromes. Die Kompensationswirkung ist deshalb abhängig von diesem Schlupfstrom und damit wieder von dem Belastungszustand des Hauptmotors. Eine solche Anordnung kompensiert infolgedessen den Leistungsfaktor innerhalb eines Bereiches von etwa 50 bis 150 v. H. der normalen Last praktisch auf 1. Unter und über diesen Belastungswerten sinkt der Leistungsfaktor, und zwar bei Leerlauf bis zu dem des normalen Asynchronmotors. Das Kippmoment des Motors ist wiederum als Folgeerscheinung der Kompensation mittels Drehstrom gegenüber dem des normalen Motors stark gesteigert.

Bild 11 zeigt die Betriebskurven eines solchen Motors, verglichen mit den entsprechenden Kurven des normalen Motors. Man sieht hier das oben angegebene Verhalten des Leistungsfaktors, ferner den typischen Verlauf des Stromes: er ist bei Leerlauf höher als bei geringer Last, er sinkt also zunächst; der Strom des normalen Asynchronmotors dagegen zeigt stets steigende Tendenz. Schließlich erkennt man, daß auch der Wirkungsgrad des kompensierten Motors nur wenig schlechter als der des normalen Motors ist, so daß dessen Einfluß auf das Produkt

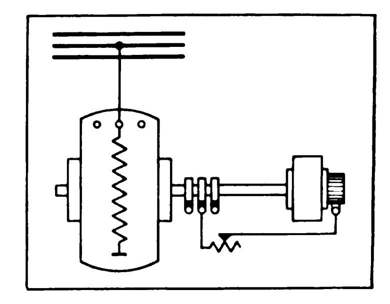


Bild 10. Schaltung des Asynchronmotors mit angebauter Drehstrom-Erregermaschine.

Digitized by Google

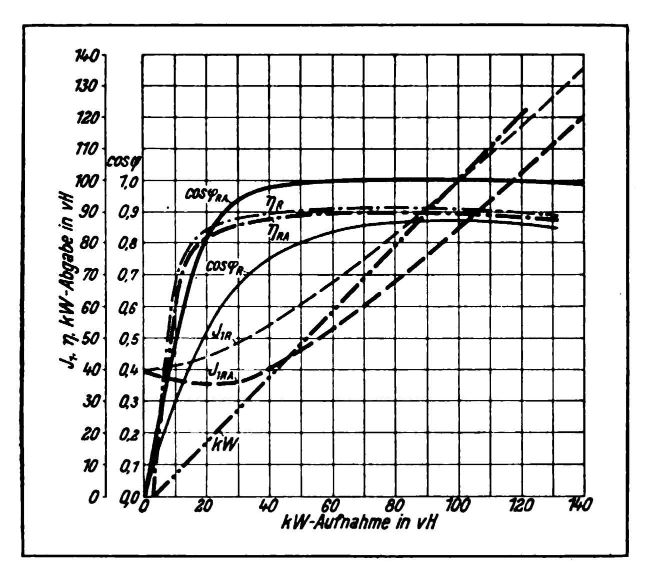


Bild 11. Betriebskurven des Asynchronmotors mit angebauter Drehstrom-Erregermaschine (Index RA), verglichen mit den entsprechenden Betriebskurven des normalen Asynchronmotors (Index R).

»Wirkungsgrad × Leistungsfaktor«, das man ja als Kriterium für die Güte einer Asynchronmaschine ansprechen muß, nur unwesentlich ist.

Die mittlere Maschine des zweiten Satzes, ein Drehstrom-Nebenschlußmotor, Bauart SSW, für eine Leistung von 30 kW bei 750 Umdr/min, arbeitet normalerweise als Generator auf das Netz zurück. Diese Maschine hat die Eigenschaft, innerhalb eines Bereiches von 1 : 3, also von 375–1100 Umdr/min, regelbar zu sein, und zwar allein durch Bürstenverschiebung, infolgedessen kann sie ohne weiteres mit 1000 Umdr/min bei gesteigerter Leistung von den Motoren angetrieben werden. Je nachdem, in welcher Richtung die Bürsten aus der Stellung der synchronen Drehzahl verschoben werden, wechselt die dem Ständer aufgedrückte Spannung ihre Richtung in positivem oder negativem Sinne, d. h. der Motor läuft unter- oder übersynchron. Damit ist hier die beim normalen Asynchronmotor durch Abwärtsregelung mit Schlupfwiderstand bedingte Energievernichtung vermieden und eine praktisch verlustlose Regelung erreicht. Ordnet man nun die beiden Bürstensätze

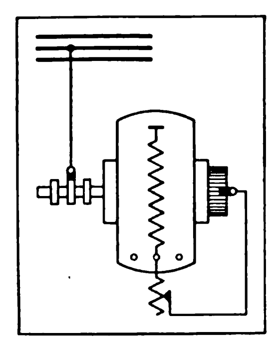


Bild 12. Schaltung des Drehstrom-Nebenschlußmotors Bauart SSW.

auf dem Kommutator so an, daß man beim Verschieben der Bürsten dem Ständer nicht nur eine Spannung von verschiedener Größe aufdrückt, sondern diese Spannung auch in ihrer Phase verändert, so erhält man neben der die Umdrehungszahl beeinflussenden Komponente auch noch eine Komponente, die zur Kompensation des Leistungsfaktors ausgenutzt werden kann. Dadurch erreicht man, daß auch der Leistungsfaktor dieses Motors ganz wesentlich besser ist als der des normalen Asynchronmotors. Die Schaltung der Maschine zeigt Bild 12, und man erkennt daran auf den ersten Blick die für Phasenkompensation grundsätzliche Gleichheit mit der Schaltung des Osnosmotors Bild 5.

Die Schaltung des gesamten Maschinensatzes ist aus Bild 13 zu ersehen. Das Hauptgewicht ist auf die beiden Motoren ohne Blindstromaufnahme gelegt, daher sind in diesen Kreis Strom-, Spannungs- und Leistungs- sowie Leistungsfaktorzeiger gelegt, so daß das Verhalten der Motoren genau beobachtet werden kann. Die Schalter sind sämtlich mit Überstromauslösern versehen, der Schalter des Drehstrom-Nebenschlußmotors außerdem noch mit einem Spannungsrückgangsauslöser, der

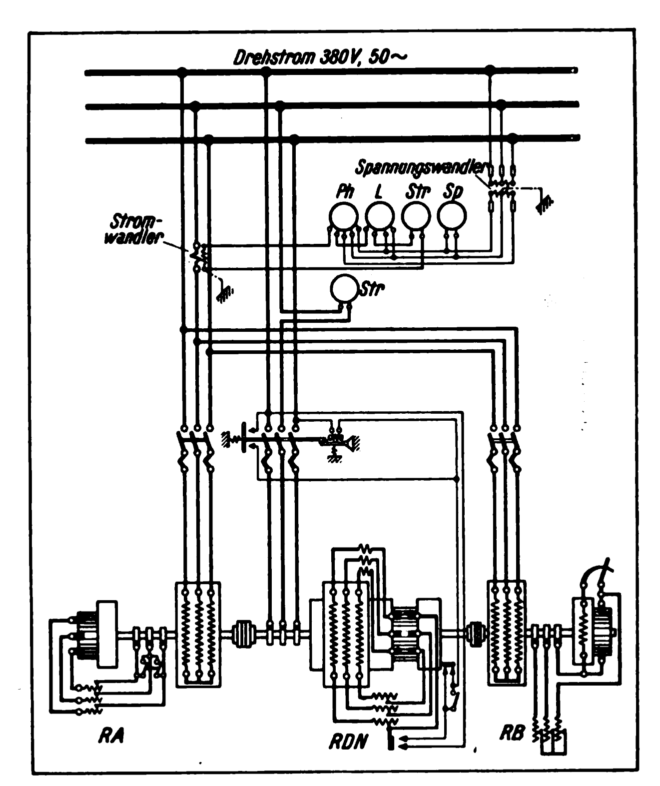


Bild 13. Schaltung des Maschinensatzes in Bild 7.


Digitized by Google

den Zweck hat, das Einlegen des Schalters nur dann zu ermöglichen, wenn sowohl Anlasser wie Bürsten des Motors in der Anfahrstellung stehen, so daß damit für die Maschine schädliche Stromstöße beim Anfahren vermieden werden. Ein Nebenschlußregler für die Gleichstrom-Erregermaschine des einen Motors gestattet die Regelung der Spannung, damit die Regelung der Größe des Erregerstromes und folglich auch die Regelung der Phasenvoreilung des Motors selbst. Ein zweipoliger Schalter im Kreise des anderen kompensierten Motors ermöglicht dessen Schleifringe kurz zu schließen und damit den Motor als gewöhnlichen Asynchronmotor laufen zu lassen, so daß man jederzeit das Arbeiten des normalen und des kompensierten Motors vergleichen kann.

Die ganze Schaltung ist so angeordnet, daß das Arbeiten der Maschinen umgekehrt werden kann, d. h. daß einmal die kompensierten Maschinen als Motoren und die Drehstrom-Nebenschlußmaschine als Generator und zum anderen, daß die Drehstrom-Nebenschlußmaschine als Motor und die kompensierten Maschinen als Generatoren arbeiten können. Infolgedessen kann also jede Maschine des ganzen Satzes im Motor- wie auch im Generatorbetrieb vorgeführt werden. Die Regelung der Belastung wird dabei dadurch erreicht, daß man die Bürsten des Drehstrom-Nebenschlußmotors in eine Lage bringt, die einer Leerlauf-Drehzahl über oder unter der synchronen Drehzahl der kompensierten Motoren entspricht und diese dadurch zwingt, ein entsprechendes motorisches oder generatorisches Moment zu entwickeln.

Sämtliche Apparate und Instrumente für den Drei-Maschinensatz sind wiederum in einer Schalttafel zusammengefaßt, die man in Bild 7 als rechte der beiden Tafeln erkennen kann.

Infolge ihrer hervorragenden Überlastungsfähigkeit sind die kompensierten Motoren für jegliche Art von Antrieben gut zu verwenden, ja in Einzelfällen kann es sogar vorkommen, daß man für den gleichen Antrieb einen kompensierten Motor kleinerer Nennleistung aufstellen kann statt eines normalen Asynchronmotors größerer Leistung, nämlich da, wo die Größe des Motors durch die auftretenden hohen Belastungsspitzen bestimmt wird. Zwei Grenzen sind der Verwendung der kompensierten Motoren aber doch gezogen, die man nicht leichtfertig außer acht lassen darf. Stets ist für alle diese Motoren ein Kommutator zur Kompensation unumgänglich notwendig. Nicht überall können diese Maschinen infolgedessen zur Aufstellung kommen, sondern immer muß darauf geachtet werden, daß die örtlichen Bedingungen ein gutes Arbeiten gewährleisten können. Staub, Feuchtigkeit, Gase und Dämpfe beeinflussen den Kommutator dieser Maschinen stets ungünstig und gefährden die Betriebssicherheit. Die andere Grenze ist von wirtschaftlicher Art. Jederzeit muß man sich vor Augen halten, daß der Preis für ein kVA erzeugte Blindleistung um so niedriger wird, je größer die Maschineneinheit und deren Benutzungsdauer ist. Die in den kleinen kompensierten Motoren erzeugte Blindleistung ist also unverhältnismäßig teuer, zumal die Zahl ihrer Betriebsstunden gewöhnlich nur beschränkt ist. Aus diesem Grunde wird man kleine, normale Motoren nur in den wenigen Fällen durch kompensierte ersetzen, in denen nicht auf irgendwelche Weise eine Gruppenverbesserung des Leistungsfaktors durchzuführen ist.

Damit bilden die kompensierten Motoren den unteren Schlußstein zur Frage der Blindleistungserzeugung, die von den SSW in Einheiten von 1,5 kW bis zu Tausenden von kVA beherrscht wird.

Anforderungen des Bahngroßbetriebes an Erdschlußstromlöscher

Von R. Bauch.

Die in den letzten Jahren kräftig einsetzende schnelle Elektrisierung der deutschen Vollbahnen bringt eine Erweiterung des Gebietes mit sich, das der Bahntechniker zur Sicherung seines Betriebes überblicken muß. Während beim Dampfbetrieb die Sicherungsmaßnahmen sich nur darauf erstreckten, daß das rollende Material durch den Betrieb nicht beschädigt wird, also mit anderen Worten Zugentgleisungen oder Zusammenstößen vorzubeugen ist, tritt jetzt bei der Elektrisierung in den Bereich des Bahnbetriebes auch die Forderung nach Schutzmitteln, die eine Betriebsstörung durch Unterbrechung in der elektrischen Energie-


Digitized by Google

zufuhr verhindern. Solche Unterbrechungen in der Strombelieferung haben ihre Ursache meistens in Isolationsfehlern der zur Stromübertragung dienenden Apparate, der Leitungen usw. Die meisten Isolationsfehler und fast immer die der Leitungen entstehen zuerst als sogenannter Erdschluß, d. h. die Isolation eines Poles nach Erde wird schlecht. Sie verursacht einen Strom nach Erde, der in kleinen Niederspannungsanlagen nur gering ist, aber bei großen Anlagen eine nennenswerte Stärke hat. Die Erwärmung des Dielektrikums, beispielsweise der Erdschlußlichtbogen, Bild 1, verursacht erst das Durchbrechen der Isolation eines anderen Poles. Es ist demnach in vielen Fällen der Kurzschluß, besonders auf einer Freileitung, erst die zeitliche Folge des Erdschlusses. Da mit der ununterbrochenen Energiezufuhr, besonders auf dicht befahrenen Bahnstrecken, die Aufrechterhaltung eines geordneten Betriebes steht und fällt, ist demnach die Unterdrückung des Erdschlusses gerade für die Elektrisierung des Bahnbetriebes von hervorragender Bedeutung.

Seit einer Reihe von Jahren sind zur Erreichung dieses Zieles verschiedene Konstruktionen aufgekommen, deren bekannteste die Resonanzspule von Professor Petersen (AEG), die Dissonanzspule von Jonas (BBC) und der Löschtransformator des Verfassers (SSW) sind. Sie beruhen gemeinsam auf dem Grundgedanken, daß man über die Fehlerstelle außer dem kapazitiven Erdschlußstrom noch einen von dem Löscher erzeugten induktiven Strom sendet. Da beide um 90° gegen die erzeugende Spannung verschoben sind, wobei der kapazitive Strom um diesen Winkel der Spannung voreilt, während der induktive Strom um den gleichen Winkel der Spannung nacheilt, ist es möglich, durch diesen zusätzlichen induktiven Strom den Strom im Lichtbogen selber so weit zu schwächen, daß er erlischt. Bild 2 zeigt das Löschen des in Bild 1 dargestellten Lichtbogens mittels Löschtransformators. Man sieht, wie der Riese zu einem Däumling zusammenschrumpft, so daß er an sich schon kein Unheil anrichten könnte. Aber noch wichtiger ist, daß dieser Däumling nur eine Lebensdauer von einem Bruchteil einer Sekunde hat, so daß ein Ausschwingen des großen Lichtbogens zum anderen Leitungspol nicht möglich ist. Dadurch wird nicht nur eine

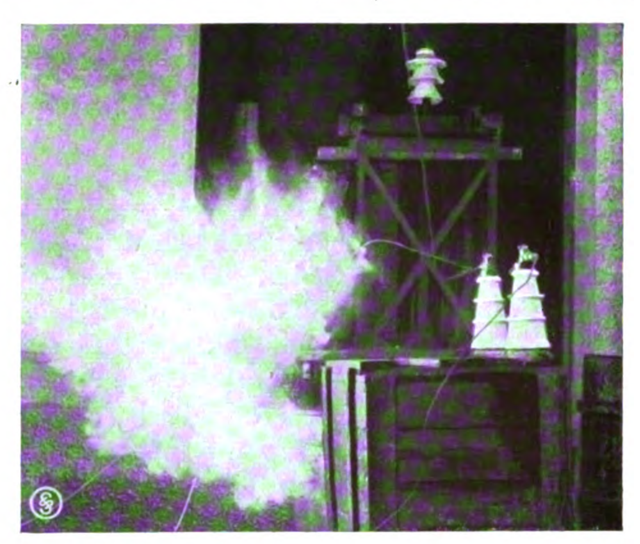


Bild 1. Erdschlußlichtbogen eines 55 kV-Netzes bei 55 A Erdschlußstrom ohne Löschtransformator (Durchmesser etwa 2 m).

Zerstörung des überschlagenden Isolators verhindert, sondern es wird auch der Entstehung eines Kurzschlusses vorgebeugt.

Die Theorie der verschiedenen Löschertypen ist bereits in der Fachliteratur von verschiedenen Stellen eingehend bearbeitet. Weniger bekannt dagegen sind die Forderungen, die der praktische Betrieb an die Konstruktion und an die Wirkungsweise eines solchen Löschers stellen muß und

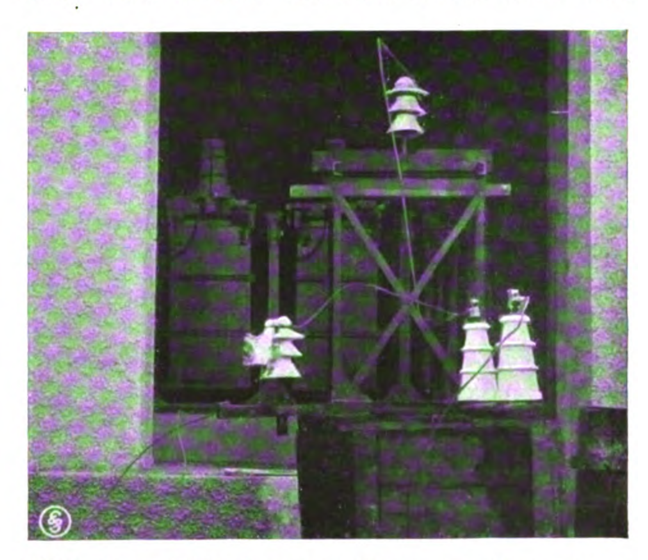


Bild 2. Der in Bild 1 dargestellte Lichtbogen mit Löschtransformator. Der durch eine fallende Metallkette eingeleitete Lichtbogen erlischt nach einem Bruchteil einer Sekunde.

die dem Verfasser bei der Konstruktion des Löschtransformators oberste Richtschnur waren.

Diese Forderungen hat Dr. ing. Hruschka (Ministerialrat im Elektrisierungs-Amt der öster-

Digitized by Google

reichischen Bundesbahnen) in der Diskussion[1]) zu einem Vortrag des Verfassers so gut zusammengestellt, daß wir seinen Ausführungen hier im wesentlichen folgen.

Erste Bedingung zur Erreichung des erstrebten Löschens ist natürlich eine so gute Abstimmung, daß auch tatsächlich der Erdschlußlichtbogen gelöscht wird. Es muß also die Möglichkeit vorhanden sein, den Löscher auf jeweils im Betrieb befindliche Netzlängen einzustellen. Er muß also regelbar sein. Dabei darf er aber zum Löschen keine sehr genaue Abstimmung erfordern, denn im Störungsfalle würde die Notwendigkeit der erneuten Abstimmung das Betriebspersonal nur von wichtigen Arbeiten abhalten, wenn z. B. wegen des Ausfalles einer Leitung das Netz umgeschaltet werden muß, also mit anderer Leitungslänge arbeitet als vorher. Den Löscher kann man in der Praxis übrigens meist erst nach vollendeter Umschaltung des Netzes neu abstimmen, so daß also während der Netzumschaltung mit mangelhafter Einstellung gefahren wird. Den idealen Fall, daß jede Leitungsstrecke einen auf sie genau eingestellten Löscher hat, kann man natürlich aus wirtschaftlichen Gründen nicht erreichen. Aber in sehr großen Netzen soll man dieser Forderung doch so weit genügen, daß größere Netzteile, die gelegentlich durch Transformator von anderen isoliert gespeist werden können, ihre eigenen, für sie ausreichenden Löscher erhalten. Dabei muß aber die Anordnung so getroffen werden, daß durch das Abschalten einer Station oder Stromquelle der für das Netz notwendige Löscher nicht außer Tätigkeit kommt. Man muß also z. B. auch einen im allgemeinen durch Transformator (isoliert von anderen Teilen) betriebenen Netzteil, z. B. bei Beschädigung seines Haupttransformators, leitend mit diesen anderen Netzteilen verbinden können, ohne daß durch dieses Provisorium die Löschung in allen, jetzt zusammengeschalteten Netzteilen aufgehoben wird. Frequenz- und Spannungsschwankungen dürfen die Löschwirkung nicht aufheben. Sind erstere auch im allgemeinen bei Drehstromübertragungen nicht groß, so können sie doch bei Bahnen zwischen + 5 und — 10 v. H. schwanken. Spannungsschwankungen bis zu + 10 v. H. kann man stets erwarten. Die Abstimmung soll möglichst den Reststrom so weit heruntersetzen, daß ein beim Bruch eines Isolators auf der Traverse aufliegender Draht nicht an der Berührungsstelle abgeschmolzen wird. Und schließlich muß sie die Schrittspannung auf ein ungefährliches Maß herabsetzen.

[1]) E. u. M. 1924, S. 334.

Da die Gefahr, die Erdschlüsse in ein Netz hineintragen, in der Hauptsache in Fehlerspannungen besteht, die mit dem Erdschluß zusammenhängen, so soll der Löscher durch das Löschen die Zeitdauer ihres Bestehens auf ein Zeitminimum beschränken. Er soll also den Lichtbogen möglichst schnell löschen. Er soll aber auch dafür sorgen, daß nach dem Löschen die Spannung nicht wieder sprungweis in die normale Lage des Dreiecks gegen Erde zurückspringt, sondern daß wenigstens dieser Übergang wanderwellenfrei vor sich geht, wenn man schon den Sprung beim Entstehen des Erdschlusses nicht vermeiden kann.

Über diese von Dr. Hruschka aufgestellte Forderung hinaus hatte sich Verfasser bei den zum Löschtransformator führenden Überlegungen eine höhergespannte Forderung gestellt: Vorbeugendes Verhindern des Erdschlusses. Dazu kommt noch eine zweite aus der Praxis heraus entstandene Forderung: Er muß verhindern oder darf wenigstens nicht die Ursache sein, daß bei außergewöhnlichen Ereignissen, z. B. schweren Gewittern, mehrere schwache Stellen gleichzeitig niederbrechen, so daß Schalterauslösungen auftreten, die den Betrieb großer Teile des Netzes brachlegen.

Der Löscher darf nicht durch die Eigenart der Schaltung seiner Induktivität zu der Netzkapazität gegen Erde die Ursache zur Spannungsresonanz sein. Mit anderen Worten: Unsymmetrien der Spannungen der drei Leiter gegen Erde, die ihre Ursache z. B. in mangelhafter Verdrillung der Leiter haben, darf er nicht vergrößern, vielmehr muß er eine dem Netz an sich eigene Nullpunktsverschiebung verkleinern. Und zwar muß er diese Eigenschaft in seinem eigenen Wesen begründet besitzen und nicht erst durch besondere Zusatzglieder erhalten.

Die Löscheinrichtung darf nicht zu teuer sein, d. h. ihre Verzinsung, ihr Unterhalt und Eigenverbrauch darf nicht mehr kosten als die Schäden, die sie verhütet. Aus diesem Grunde sind alle Löscher, die noch besonderer zusätz-

Digitized by Google

licher Hilfsmittel zur Vermeidung von durch sie erzeugten, unangenehmen Begleiterscheinungen (Spannungsverlagerung) bedürfen, zu verwerfen. Dr. Hruschka sagt wörtlich: „Es sind Stimmen laut geworden, die bei Anlagen mit sehr hoher Spannung von 100 kV und mehr den Einbau von Löschern ... für wirtschaftlich nicht berechtigt halten ... Letzten Endes wird es freilich darauf hinauskommen, wie hoch man die bei Abwesenheit eines Löschers zu riskierenden Reparaturkosten eines Transformators im Mittel einschätzt. Die Entscheidung wird also nicht allein von der Höhe der Betriebsspannung, sondern auch von der Größe der einzelnen Transformatoren bestimmt werden." Dem sei noch hinzugefügt, daß nicht allein die ersparten Reparaturkosten für die Frage entscheidend sind, sondern auch der Ausfall an übertragenen kW. Dieser Ausfall ist bei einem Werk modernsten Ausmaßes oft ebenso wichtig wie die Reparaturkosten.

Das Streben nach Billigkeit darf aber den Konstrukteur nicht dazu verleiten, z. B. die Regelung des Löschers durch Umklemmen in der Art vorzunehmen, wie man dies bei Leistungstransformatoren meist an den Anzapfungen zum Zweck einer Änderung des Übersetzungsverhältnisses macht, d. h. die Regelung muß durch Umlegen von Trennmessern vorgenommen werden und nicht durch Lösen der Anschlußdrähte an den Anzapfklemmen. Dabei müssen die Trennmesser spannungslos gemacht werden können, weil sie sonst unter Strom gezogen werden können. Außerdem müssen die zur Einstellung erforderlichen Hantierungen in der Nähe des Bedienungsraumes ausgeführt werden können und dürfen nicht erst weite Wege über Gänge und Treppen nach dem Hochspannungsraum erfordern. Die Zahl der Regelstufen muß vom Besteller nach dem tatsächlichen Bedürfnis des praktischen Betriebes bemessen werden. Zuweitgehende Ansprüche, die sogar auf sehr seltene Ausnahmefälle Rücksicht nehmen, verteuern die Einrichtung ganz überflüssig. Die innerhalb des berechtigten Regelbereiches auszuführende Zahl der Regelstufen soll so gering wie möglich bemessen sein. Das ist nicht etwa eine Forderung mit Bezug auf den Preis, sondern mit Bezug auf das Bedienungspersonal. Feine Einstellung durch viele Regelstufen verwirrt das Personal. Es verdient also der Löscher den Vorzug, der mit grober Einstellung (starker Verstimmung) zuverlässig löscht. Bei der Wahl der Stufen darf natürlich das weiter oben über Schrittspannungen Gesagte nicht außer acht gelassen werden.

Die Zeit, während deren man Löschversuche machen soll, also die Betriebsdauer des Löschers, für die er gebaut werden soll, wird je nach dem Standpunkt des Beurteilenden sehr verschieden angegeben. Besonders in den ersten Jahren wurde der Verkauf von Löschern dadurch sehr erleichtert, daß man glaubte, bei Anwesenheit eines solchen so lange mit Erdschluß fahren zu können, bis man bequem Zeit zur Beseitigung des Schadens habe. Das hat sich oft bitter gerächt. Im Gegensatz hierzu vertrat Verfasser von Anfang an den Standpunkt, daß ein Erdschluß so schnell wie möglich abgeschaltet werden müsse. Das gab Veranlassung zu der Sage von der »Zwei-Sekunden-Drossel«. In Wahrheit ist nie ein Löschtransformator für so kurze Betriebsdauer gebaut worden. Gestatten die Netzverhältnisse nicht ein sofortiges Ausmerzen des Schadens, dann soll man sofort Kolonnen auf den Weg bringen, die das Netz umschalten. Aber man soll nur dann so lange mit Erdschluß fahren, wenn wichtige Unterwerke durch das Abschalten spannungslos werden. Bei sehr schweren Gewittern allerdings, die bald hier bald dort in eine Leitung hineinhauen, läßt sich das dauernde Fahren mit Erdschluß nicht vermeiden. Aber das sollten immer nur Ausnahmefälle bleiben. Im allgemeinen sind zwei Stunden als Betriebsdauer mit voller Löschleistung ausreichend.

KLEINE MITTEILUNGEN

Selbsttätige Warnsignaleinrichtungen für unbewachte Eisenbahn-Wegübergänge.

Von Ing. Gustav Wetzel, Telegraphen-Abt. S. & H.

In den Tageszeitungen konnte man gerade in letzter Zeit sehr häufig von Eisenbahnunfällen lesen, die dadurch hervorgerufen wurden, daß Kraftwagen oder andere Fahrzeuge mit Eisenbahnzügen zusammenstießen. Die Unglücksstellen befanden sich an unbewachten Bahnübergängen, die keinerlei Warnungseinrichtungen besaßen, sondern nur in einiger Entfernung mit einer Warnungstafel versehen waren.

Zur Verhütung von derartigen Unfällen befinden sich bereits vielerorts an unbewachten Bahnübergängen War-

Digitized by Google



Bild 1. Selbsttätige Warnsignaleinrichtungen an einem Wegübergang.



Bild 2. Warnsignaleinrichtung mit Lichtsignal für den Lokomotivführer.

nungseinrichtungen, die das Herannahen eines Zuges selbsttätig ankündigen. Mit der Verbreitung der Kraftfahrzeuge war man gezwungen, die selbsttätige Warnsignaleinrichtung so zu gestalten, daß den Fahrern rechtzeitig das Nahen eines Zuges kenntlich gemacht wird. Ein einfaches akustisches Signal, wie es früher allgemein als ausreichend betrachtet wurde, genügt heute nicht mehr, da es infolge des Wagengeräusches unter Umständen vollständig überhört werden kann, es muß vielmehr durch ein optisches, ein Lichtsignal ergänzt werden. Die Lichtsignale müssen außerdem so beschaffen sein, daß sie auch am Tage dem Wagenführer ein sicheres Zeichen von dem Herannahen des Zuges geben.

Diese Bedingungen erfüllen in einwandfreier Weise selbsttätige Signaleinrichtungen. Sie bestehen aus einem akustischen und optischen Signal, das zu beiden Seiten des Eisenbahn-Wegüberganges aufgestellt ist. Der herannahende Zug schaltet diese Signale selbsttätig ein.

Zu beiden Seiten des Wegüberganges liegen in entsprechender Entfernung Schienenstromschließer, die beim Darüberfahren des Zuges die Signaleinrichtung einschalten. Ausgeschaltet wird sie beim Überfahren eines am Wegübergang angebrachten Schienenstromschließers. Ein dritter Schienenstromschließer, hinter dem Wegübergang, veranlaßt beim Überfahren das Umschalten der Anlage in die Ruhestellung. Die Steuerung wird durch ein Schaltwerk bewirkt, das in der nächsten Bahnstation oder in einem Wärterhäuschen aufgestellt ist. Die akustische Signaleinrichtung besteht aus einem kräftig tönenden Läutewerk, das je nach den örtlichen Verhältnissen mit Batterie- oder Starkstrom betrieben wird. In Verbindung mit diesem steht eine Blinksignaleinrichtung, die in entsprechender Entfernung vom Bahnübergang befindliche Signallaternen abwechselnd einschaltet. Damit die Signallaternen auch am Tage mit genügender Sicherheit erkennbar sind, werden sie durch große Metallschirme überschattet. Infolge der Wirkung der Schirme nehmen die Fahrzeugführer das flackernde Licht auch am Tage bereits aus großer Entfernung mit Sicherheit wahr. Vielfach ordnet man auch auf dem Läutewerk eine nach beiden Seiten sichtbare Signallaterne an.

In letzter Zeit ist gerade im Auslande Wert darauf gelegt worden, unbewachte Bahnübergänge mit selbsttätigen Signaleinrichtungen auszurüsten, da die Anschaffungskosten in keinem Verhältnis zu dem Schadenersatz stehen, der bei Unglücksfällen zu leisten ist. In Dänemark hat man außer einem Läutewerk mit Lichtsignalen noch Signallaternen angebracht, um dem Wagenführer unter allen Umständen das Nahen des Zuges mit Sicherheit kenntlich zu machen (Bild 1).

In Italien wie in Dänemark legt man außerdem noch Wert darauf, auch den Lokomotivführer davon in Kenntnis zu setzen, daß das Warnungsläutewerk am Wegübergang (Bild 2) beim Befahren des Schienenkontaktes in Tätigkeit getreten ist. Zu diesem Zwecke sind Signallaternen in der Richtung des fahrenden Zuges aufgestellt, die durch ihr Blinklicht dem Lokomotivführer das Arbeiten der Anlage anzeigen.

Pupinkabel längs elektrischer Eisenbahnen.

Von Dr. Rihl, Siemens-Kabelgemeinschaft, SK2.

Die Siemens & Halske A.-G. hat infolge ihrer langjährigen Arbeiten auf dem Fernkabelgebiet, insbesondere auch in bezug auf Pupinkabel längs elektrischer, mit Einphasen-Wechselstrom betriebener Vollbahnen, in reichem Maß Erfahrungen hinsichtlich der Herstellung und Verlegung solcher Kabel gesammelt. Ausgehend von den ersten Kabelanlagen längs elektrischer Bahnstrecken in Deutschland — die Anlage Freilassing—Reichenhall—Berchtesgaden ist schon im Jahre 1914 geliefert worden — und den im Gebiet der schlesischen Gebirgsbahnen auf den Strecken Görlitz—Hirschberg—Dittersbach—Königszelt und Hirschberg—Grünthal verlegten Kabeln, wurde durch theoretische Überlegungen und praktische Erfahrungen eine Reihe von wertvollen Erkenntnissen gewonnen, die bei den späteren Anlagen berücksichtigt werden konnten.

Über die Frage, wie Schwachstromleitungen durch parallel geführte Starkstromleitungen beeinflußt werden, hat A. Zastrow in dieser Zeitschrift[1]) vor kurzem eingehende Mitteilungen gemacht. Insbesondere hatten die Versuche ergeben, daß bei Kabeln längs elektrischer Bahnen eine Bandeisenbewehrung insofern vorteilhaft wirkt, als dadurch die in den Schwachstromadern induzierten Spannungen herabgesetzt werden. Aus diesem Grunde sind schon die für die schlesischen Strecken Görlitz—Lauban

[1]) Siemens-Zeitschrift 1924, S. 296 u. 344.

Digitized by Google

und Hirschberg—Grünthal gelieferten Pupinkabel diesen Grundsätzen entsprechend mit Bandeisenbewehrung geliefert und ist bei diesen Kabeln besonders dafür gesorgt worden, daß die kompensierende Schutzwirkung des Kabelmantels möglichst zur Geltung kommen konnte. Dieses Prinzip wurde seitdem bei allen gelieferten Bahnkabeln mit Erfolg angewendet.

Zur Pupinisierung der neueren Anlagen werden durchweg die den neuzeitlichen Anforderungen entsprechenden Pupinspulen mit Kernen aus gepreßtem Spezialeisenpulver verwendet. Insbesondere sind die Kabel, die in den letzten Jahren für die bayerischen zu elektrisierenden Eisenbahnstrecken zu liefern waren, mit solchen Pupinspulen ausgerüstet. Von größeren Anlagen ist hier besonders die 105 km lange Kabelstrecke Garmisch—Tutzing—Pasing—München zu nennen, die im Frühjahr 1924 der Reichsbahndirektion München übergeben werden konnte. Diese Kabelanlage ist hinsichtlich des Nebensprechens und um Freiheit von störenden, durch die Bahnströme hervorgerufenen Geräuschen zu erzielen, mittels des der Siemens & Halske A.-G. patentamtlich geschützten Kondensator-Ausgleichsverfahrens nach den neuesten Erfahrungen ausgeglichen worden. Bei den vor kurzer Zeit erstmalig vorgenommenen Probefahrten schwerer Züge mit elektrischen Lokomotiven auf dieser Strecke haben sich keinerlei Störungen und Geräusche bemerkbar gemacht, und die angestellten Messungen haben ergeben, daß die durch den Fahrdrahtstrom induzierten Spannungen erheblich geringer als bei gewöhnlichen Kabeln ohne besondere Schutzmaßnahmen sind. Ein weiteres, 145 km langes Eisenbahnkabel von München über Lohhof—Landshut nach Regensburg, für das die Siemenswerke die gesamte Pupinisierung, Verlegung und den Ausgleich des Kabels in Auftrag bekommen haben, befindet sich im Bau.

Auf der Tagung der Studienkommission für Schwachstromstörungen, die im Herbst 1923 in Schlesien stattfand und an der auch eine große Anzahl sachverständiger Herren ausländischer Eisenbahnverwaltungen teilnahm, konnte die Siemens & Halske A.-G. bei Warmbrunn ein neues Versuchskabel vorführen, bei dem die in den Kabeladern induzierten Spannungen durch Einlegen von Kupferdrähten unter dem Bleimantel noch weiter als in den bayerischen Kabeln, nämlich auf den 5. bis 6. Teil der Spannungen bei gewöhnlichen Kabeln herabgesetzt waren. Im Anschluß an diese Tagung wurden in Tirol Versuche mit besonderen kleinen Transformatoren, die eine engere Kopplung zwischen Fahrdraht und Kabelmantel herbeiführen sollen und deren Sekundärwicklungen an den Kabelmantel angeschlossen waren, mit gutem Erfolge vorgeführt.

Auch ins Ausland haben die Siemenswerke eine Anzahl von Kabeln zur Verlegung längs elektrischer Bahnen geliefert. So sind die von der österreichischen Eisenbahnverwaltung elektrisierten Strecken im Salzkammergut und die Strecke Innsbruck—Magerbach—Feldkirch der Arlbergbahn mit Siemenskabeln und mit Pupinisierung nach dem Siemenssystem ausgerüstet. Für die Eisenbahnverwaltung in Norwegen ist die Kabelanlage an der Strecke Kristiania—Asker—Eggedal geliefert worden und hat sich seit einer Reihe von Jahren ausgezeichnet bewährt. In Schweden wurde kürzlich eine größere Bahnkabelanlage für die 120 km lange Strecke Göteborg—Falköping, eine Teilstrecke der Linie Stockholm—Göteborg, gebaut und mit den erforderlichen Pupinkabeln und allem Zubehör ausgerüstet. Diese Kabelanlage ist im August d. J. der schwedischen Eisenbahnverwaltung betriebsfertig übergeben worden.

Die in neuerer Zeit gelieferten Anlagen entsprechen auch hinsichtlich des Verstärkerbetriebes allen zu stellenden Anforderungen. So wurde beispielsweise den sachverständigen Herren der bayerischen Eisenbahnverwaltung und der Telegraphenverwaltung bei der Übergabe des München—Garmischer Bahnkabels durch eine Reihe von ausgezeichnet gelungenen Sprechversuchen gezeigt, daß sich das Kabel Garmisch—München ohne weiteres auch im Zusammenarbeiten mit Fernsprechverstärkern bewährt, und es wurden zu diesem Zweck eine Reihe Sprechversuche von Tutzing, einem Punkt in der Mitte der Anlage, über München—Berlin nach Hamburg ausgeführt, wobei das München—Garmischer Kabel in München an das von der Deutschen Fernkabelgesellschaft verlegte Fernkabel der Reichspostverwaltung angeschaltet wurde. Die Versuche bewiesen, daß auch über das Garmisch—Münchener Bahnkabel auf der erwähnten rund 1100 km langen Strecke mit gutem Erfolge gesprochen werden kann.

Eisenbahnkabel Göteborg—Falköping.

Die von der Siemens & Halske A.-G. im Auftrage der Kgl. Schwedischen Eisenbahnverwaltung ausgeführte Eisenbahnkabel-Anlage Göteborg—Falköping ist kürzlich fertiggestellt und von der Verwaltung übernommen worden. Geliefert wurden rund 120 km 21-paariges Kabel mit Pupinisierung und allem Zubehör. Die Montage der Anlage wurde im Laufe der Sommermonate durch die Abteilung für Schwachstromkabel der Siemens & Halske A.-G. planmäßig durchgeführt. Die gelieferte Anlage entspricht in allen Einzelheiten den durch das Pflichtenheft vorgeschriebenen Bedingungen; insbesondere sind die garantierten Dämpfungswerte in der fertigen Anlage noch beträchtlich unterschritten worden. Die Pupinspulen haben neuzeitliche Massekerne, die gegen eine Magnetisierung in hohem Maß unempfindlich sind. Das Nebensprechen ist mittels Zusatzkondensatoren nach dem besonderen Verfahren abgeglichen, das der liefernden Gesellschaft patentrechtlich geschützt ist. Die Strecke Göteborg—Falköping ist eine Teilstrecke der demnächst zu elektrisierenden schwedischen Eisenbahnstrecke von Göteborg nach Stockholm.

Krarupkabel für die schweizerischen Bundesbahnen.

Die Lieferung der von der Verwaltung der schweizerischen Bundesbahnen bei der Siemens & Halske A.-G. in Auftrag gegebenen 80 km Krarup-Erdkabel für die Strecke Zürich—Brugg—Olten ist nunmehr beendet. Die Verwaltung der Bundesbahnen hat sich sowohl über die Güte der gelieferten Kabel als auch über die fristgerechte Erledigung der Lieferungen anerkennend ausgesprochen. Die Kabel dienen in der Hauptsache dem Fernsprechbetrieb für die Strecken-Fernsprecher auf der genannten Strecke, zum Teil sollen auch einzelne Stromkreise für Telegraphen-

Digitized by Google

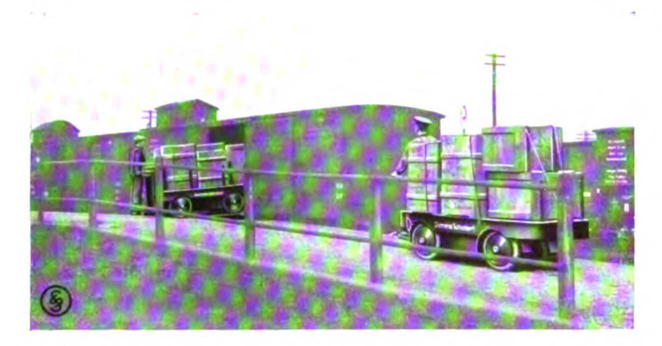


Bild 1. Elektrolastkarren beim Beladen von Eisenbahnwagen.

zwecke verwendet werden. Verlegt wird auf der Teilstrecke Zürich—Brugg das gelieferte 8- und 10-paarige Kabel, auf der Teilstrecke Brugg—Olten das gelieferte 11-paarige Kabel. Die Kabel werden unmittelbar neben den Gleisen der später zu elektrisierenden Bahnstrecke Zürich—Olten verlegt.

Der Elektrolastkarren im Eisenbahnbetrieb.

Mitgeteilt vom Literarischen Bureau der SSW.

Bei dem ständig steigenden Güterverkehr auf unseren Bahnen ist die schnelle und billigste Beladung und Entladung der Gepäck- und Güterzugwagen von größter Bedeutung. Die Eisenbahntechnische Ausstellung in Seddin hat uns deutlich vor Augen geführt, welche sinnreichen Einrichtungen in den letzten Jahren geschaffen worden sind, um ein zweckmäßiges Laden und Entladen von Massengütern in möglichst kürzester Zeit und mit den geringsten Kosten zu bewerkstelligen. Es liegt daher nahe, auch für Stückgüter, die in den verschiedenartigsten Verpackungen zur Ablieferung gelangen, ein Hilfsmittel zu beschaffen, das die veraltete, teure und schwerfällige Art des Transportes der Güter von und zu den Gepäckwagen ersetzt. Hier ist nun der Elektrolastkarren berufen, die bisherige Lücke auszufüllen, und bei der steigenden Beliebtheit, deren er sich bei der Eisenbahnverwaltung erfreut, ist anzunehmen, daß er die Handwagen bei dieser Arbeit bald ganz verdrängt haben wird. Bild 1 zeigt deut-

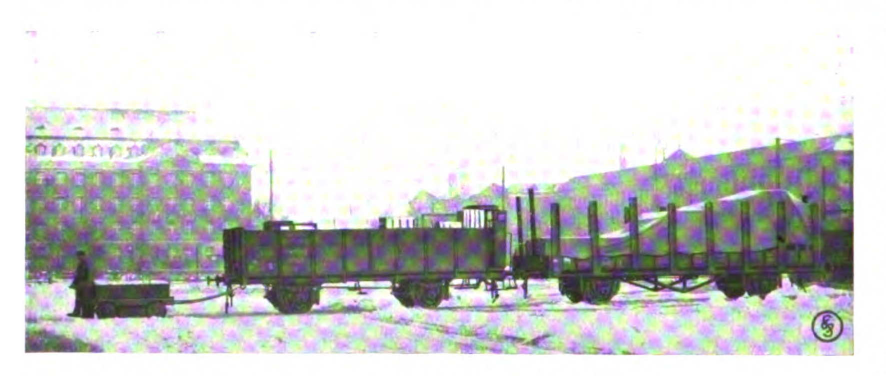


Bild 2. Elektrolastkarren als Schlepper für Eisenbahnwagen.

lich, wie leicht sich der Transport abspielt; ein einziger Mann fährt den voll beladenen Karren ohne jede Anstrengung bis zum Gepäckwagen bzw. in diesen hinein und ersetzt so mehrere Arbeiter, die früher den Handkarren gezogen und geschoben haben. In ähnlicher Weise spielt sich das Abrollen der ankommenden Güter ab. Wenn man sich vorstellt, daß beispielsweise der Grünkramhändler mit dem beladenen Elektrolastkarren vom Bahnhof in die Markthalle hineinfahren kann und — vorausgesetzt, daß der Karren eine genügende Wendigkeit besitzt — bis zu seinem Stand, so leuchtet ohne weiteres ein, daß dadurch große Ersparnisse erzielt werden. Auch als Schlepper kann der Elektrolastkarren im Eisenbahnbetrieb von großem Nutzen sein; er ist imstande, einzelne beladene oder unbeladene Wagen zu ziehen und kann so in besonderen Fällen zum Verschiebedienst herangezogen werden (Bild 2).

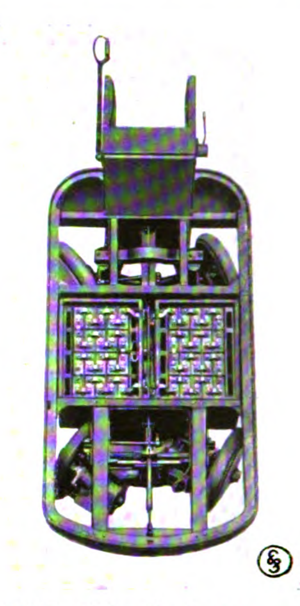


Bild 3. Elektrolastkarren von oben gesehen.

Die Siemens-Schuckertwerke haben einen Elektrolastkarren hergestellt, der dank seiner kräftigen Bauart und soliden Ausführung nicht nur für neuzeitliche Großbetriebe und Eisenbahnwerkstätten, wo im allgemeinen eine sorgfältigere Handhabung vorausgesetzt wird, vorteilhaft Verwendung findet, sondern auch der rauheren Behandlung gewachsen ist, der er oft auf Bahnhöfen, in Postbetrieben, Häfen und auf sonstigen Umschlagplätzen ausgesetzt ist. Seine Hauptmerkmale sollen im nachfolgenden beschrieben werden.

Bauliche Einzelheiten (Bild 3). Die Triebachse liegt auf der dem Führer abgewendeten Seite. Diese Anordnung ist gewählt, weil der Karren in den meisten Fällen „Plattform nach vorne" fährt und somit die Triebräder ziehende und nicht schiebende Räder werden. Gleichzeitig erzielt man dadurch den großen Vorteil, daß die wichtigsten Teile, nämlich Motoren und Triebachse, sehr leicht zugänglich sind. Auf jedes der beiden Triebräder wirkt je ein Motor. Der Antrieb durch 2 Motoren ist gewählt worden, um Kegelräder oder Differentialgetriebe unnötig zu machen. Die Motoren wirken als Ausgleichsgetriebe, sie sind in Reihe geschaltete Hauptstrommotoren, die auf gerader Strecke von selbst gleiche Geschwindigkeit annehmen, da sie gleich belastet sind. Eine Überlastung des einen Motors findet nur in den Kurven statt, also nur auf kurze Zeit, und ist daher bei der reichlichen Bemessung des Motors ganz unbedeutend. Die Motoren schwenken also mit den Rädern, und da die Triebachse rahmenförmig ausgebildet ist, so gestattet sie den Motoren, in weiten Grenzen auszuschwenken — bis zu 45°.


Digitized by Google



Bild 4. Wendigkeit des SSW-Elektrolastkarrens. Kleinster innerer Fahrkreisradius 480 mm, äußerer 2000 mm.

Mit Rücksicht hierauf ist auch die Batterie quer angeordnet, um den Rädern Platz zum Schwenken zu geben (Bild 3). Dadurch ist eine Wendigkeit erreicht wie bei keinem anderen bisher bekannten Wagen. Bild 4 gibt eine gute Vorstellung hiervon; der innere, kleinste Fahrkreisradius beträgt nur 480 mm, der äußere 2000 mm.

Die Verwendung von zwei Motoren erleichtert es, die Lenkung als Vierradlenkung auszubilden, bei welcher der Verschleiß der Gummibereifung auf ein geringes Maß beschränkt wird. Hervorzuheben ist besonders, daß der Karren sich außerordentlich leicht lenken läßt und der Führer das Gefühl der unbedingten Herrschaft über sein Fahrzeug hat. Der Lenkhebel bewegt sich in senkrechter Richtung. Diese Bewegung ist für den Führer die natürlichste und einfachste, und der Karren ist daher auch gleich bequem vorwärts wie rückwärts zu fahren. Zum Schutz des Führers beim Befahren von engen Gängen ist der Lenkhebel mit einem Handschutz ausgerüstet.

Die Bremse ist nicht als Bandbremse, sondern als Innenbackenbremse ausgebildet. Sie wirkt auf beide Triebräder, in beiden Fahrrichtungen und am größten Raddurchmesser, ohne die Getriebeteile zu beanspruchen. Obwohl staubsicher gekapselt, ist sie doch mit Rücksicht auf die große Wichtigkeit, welche die Bremse bei jedem Fahrzeug hat, sehr leicht zugänglich nach Abziehen des Rades, was im Bruchteil einer Minute geschehen kann. Die Bremse ist eine Lüftungsbremse, die entlastet wird in dem Augenblick, in dem der Fußtritt des Führerstandes niedergedrückt wird. Außer dieser mechanischen Bremse ist eine elektrische Bremse vorgesehen, entsprechend der polizeilichen Vorschrift, die zwei Bremsen verlangt.

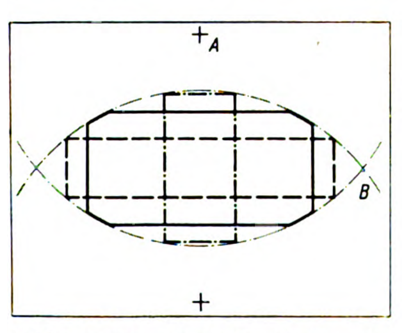


Bild 5. Zeichnerische Ermittelung der zweckmäßigsten Plattformgröße.

Besonderer Wert ist auf eine gute Federung des Wagens gelegt. Auf die Vorderachse sowohl wie auf die Hinterachse wirken je zwei Sätze von vier kräftigen Spiralfedern, im ganzen sind also 16 Federn vorhanden, so daß der Wagen auch auf weniger gutem Pflaster ohne Bedenken verwendet werden kann.

Die Ladefläche ist etwas breiter gehalten als gewöhnlich, was auf den ersten Blick der Wendigkeit des Wagens Abbruch zu tun scheint. Daß dieses aber nicht der Fall ist, zeigt nebenstehende Skizze (Bild 5), in der für einen gegebenen kleinsten Fahrkreisradius AB verschiedene Formen des Wagens angedeutet sind. Der gewünschten Wendigkeit genügt sowohl die lange und schmale Bauart nach der gestrichelten Linie als auch die kurze und breite nach der strichpunktierten Linie. Man kann aber auch eine mittlere Form wählen, wie in der ausgezogenen Linie dargestellt, es müssen dann nur die Ecken abgerundet werden. Diese Form ergibt die größtmögliche Ladefläche. Der Wagen bleibt aber trotzdem noch schmal genug, um die engsten in der Praxis vorkommenden Gänge bequem passieren zu können. Die Stirnseite ist ebenfalls abgerundet, dadurch erzielt man den großen Vorteil, daß beim Stoß des Wagens gegen Pendeltüren, die in den meisten Werkstätten üblich sind, der Stoß in der Mitte der Türen erfolgt, wodurch sie bedeutend mehr geschont werden, als wenn sie seitlich in der Nähe ihrer Drehpunkte gefaßt werden.

Die Räder haben Vollgummibereifung. Bei der Bemessung ihrer Größe ist man bis an die Grenze der zweckmäßigen Ladehöhe des Wagens herangegangen.

Das Charakteristische an dem Wagen ist seine klare übersichtliche Konstruktion und die glatte Bauart, die Bild 6 deutlich erkennen läßt. Großer Wert ist darauf gelegt, alle störenden vorstehenden Bauteile zu vermeiden. In vielen Fällen braucht man Lade-Rungen zum Halten des Ladegutes. Der Wagen führt diese Lade-Rungen in einem besonderen Rungenbehälter, dem sie zur Benutzung leicht zu entnehmen sind, stets bei sich. Ebenso leicht können sie wieder an Ort und Stelle gebracht

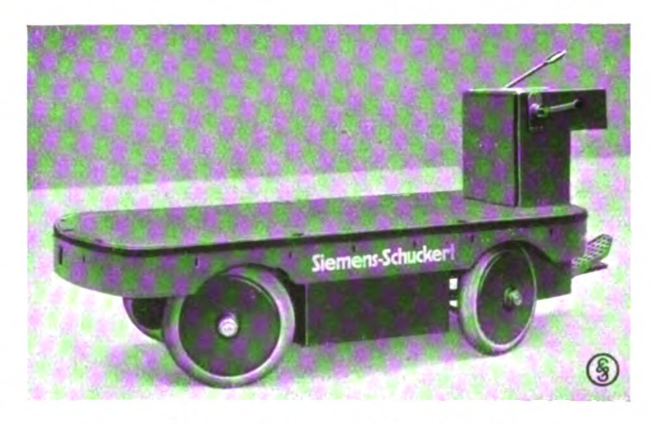


Bild 6. Äußere Ansicht des Elektrolastkarrens.

und durch bequem auszuführenden Verschluß gesichert werden. Auch ein Werkzeugkasten ist unmittelbar neben dem Führerstand angebracht zum Mitführen der wichtigsten Werkzeuge.

Digitized by Google



Bild 7. Innenansicht des Führerstandes des Elektrolastkarrens.

Der Führerstand ist kastenförmig gebaut mit Verlängerungen an beiden Seiten, die gepolstert sind. Der Führer hat so eine vorzügliche Stütze in den Kurven. Der Führerstand nimmt jedoch nicht die ganze Breite des Wagens ein, so daß es möglich ist, in Bedarfsfällen lange Gegenstände, wie Rohre und Träger, auf dem Wagen unterzubringen. Innerhalb des Führerstandes sind alle elektrischen Apparate in übersichtlicher, leicht zugänglicher Weise untergebracht und gut verschlossen. Hier befinden sich die Schaltwalze, Sicherungen und ein Hauptschalter (Bild 7). Unten, seitlich vom Führerstand, befindet sich eine elektrische Signalhupe, die durch einen im Schalthebel befindlichen Druckknopf betätigt wird.

Als Kraftquelle kommen entweder Großoberflächenbatterien oder Gitterplattenbatterien zur Anwendung. Erstere haben den Vorteil, gegen Stromstöße, mechanische Beanspruchung und mangelhafte Wartung unempfindlicher zu sein als Gitterplattenbatterien, außerdem haben sie größere Lebensdauer, aber geringere Kapazität und sind teurer. Die Batterie ist unterhalb der Wagenplattform angebracht, staubsicher gekapselt und ruht auf federnder Unterlage, auf reichlichen Abstand vom Boden ist geachtet. Die Batterie kann von einem 110 V-Netz leicht geladen werden. Die Großoberflächenbatterie hält etwa



Bild 8. Elektrolastkarren mit aufgebautem Schwenkkran.

1000 Entladungen aus. Da eine Ladung für eine Tagesleistung normalerweise ausreicht, so ist erst nach etwa $3^1/_2$ Jahren ein Auswechseln der positiven Platten erforderlich. Bei glatten Fahrbahnen und größeren Fahrstrecken empfiehlt sich die Verwendung von Gitterplattenbatterien wegen ihrer größeren Kapazität.

Wie bei der ganzen Bauweise des Lastkarrens, so ist auch bei der Schaltung größter Wert auf möglichste Einfachheit gelegt. Von der Verwendung der im Fahrzeugbau vielfach üblichen Serien-Parallelschaltung der Motoren ist daher Abstand genommen worden, eingehende Versuche haben auch gezeigt, daß diese für das Fahren von Kurven nicht geeignet ist. Es sind je drei Fahrstellungen für vorwärts und rückwärts, außerdem zwei Bremsstellungen vorgesehen. In der ersten Fahrstellung ist ein Anlaßwiderstand eingeschaltet, der reichlich genug bemessen ist, um Dauerbelastung auszuhalten, obwohl die erste Stellung nur selten als Fahrstellung benutzt wird. In der zweiten Fahrstellung ist der Widerstand ausgeschaltet und in der dritten wird das Feld geschwächt.

Die Motoren sind Spezialmotoren, staubsicher gekapselt und arbeiten sehr wirtschaftlich; die Leistung ist 0,65 kW bei 1400 Umdr/min. Bei einer voll ausgenutzten Tagesleistung ist der Verbrauch also 6–8 kW/h, die Kosten für den Stromverbrauch sind daher sehr gering.

Was die Leistung des Elektrokarren betrifft, so sei als Beispiel erwähnt, daß er als Schlepper 3 t dauernd zu ziehen vermag, vorübergehend entsprechend mehr (bei der Probe hat er vorübergehend zwei beladene Eisenbahnwagen von 24 t Gesamtlast gezogen). Er kann Steigungen von 1:12 bei Vollast und von 1:6 ohne Last überwinden. Die Strecke, die er mit einer Ladung zu durchlaufen vermag, ist abhängig von der Kapazität der Batterie, im Höchstfalle beträgt sie 70 bis 80 km mit Last und 100 km ohne Last. Die Tragkraft des Wagens beträgt 1500 kg, das Gewicht mit Großoberflächenbatterie 1250 kg, die Ladefläche 2200 × 1200 mm. Auf der Plattform des Wagens lassen sich auf einfache Weise Aufsteckkästen anbringen, ferner können Kippmulden bequem aufgesetzt, auch kann der Wagen mit einem Schwenkkran ausgerüstet werden (Bild 8).

Erwähnt sei noch, daß die immer weitere Verbreitung gewinnende Druckfettschmierung angewendet ist und daß alle Schmierstellen sowie alle nachzustellenden Teile sehr leicht zugänglich sind. Die Hauptlenkachse läuft auf Kugellagern.

Bei der Konstruktion des neuen SSW-Elektrolastkarren sind alle Einzelheiten sorgfältig durchdacht und auf ihre Zweckmäßigkeit hin geprüft worden, wobei den Siemens-Schuckertwerken ihre reichen Erfahrungen im Bahnbau sowohl wie im Automobilbau zur Verfügung standen. Durch zweckentsprechende Fabrikation und Massenherstellung ist es trotzdem gelungen, einen äußerst preiswerten Wagen auf den Markt zu bringen.

Elektrische Zugbeleuchtung.

Zuglichtanlagen sind kleine, selbsttätig wirkende Zentralen auf Schienenfahrzeugen, die aus einer, meist von der Radachse angetriebenen Lichtmaschine, der Batterie, dem Apparatenschrank und den Beleuchtungskörpern bestehen und den Lichtstrom unabhängig von Fahrtrichtung und Geschwindigkeit erzeugen. — Die Lichtmaschine liefert den Strom für die Verbraucher und die Ladung der Batterie, während der Fahrt bei Zuggeschwindigkeiten über 25 Stundenkilometer bei den normalen und 12,5 Stundenkilometer bei den langsam laufenden Typen, während die

Digitized by Google

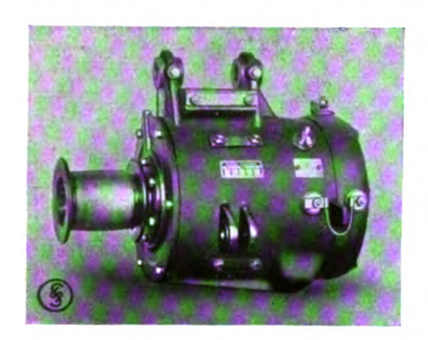


Bild 1. Zuglichtmaschine für Riemenantrieb.

Batterie bei Stillstand, kleineren Geschwindigkeiten und bei Störungen einspringen muß. Die Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke haben eine Bauart der elektrischen Zugbeleuchtung entwickelt, die bei vielen europäischen und anderen Bahnen Eingang gefunden hat. Bild 1 zeigt eine Zuglichtmaschine Type „E" für Riemenantrieb; die Maschine leistet 1200 W bei 24/30 V und 0/40 A und hat einen Arbeitsbereich von 12,5 bis 110 km/h. — Sie ist eine vierpolige, vollkommen geschlossene Nebenschlußmaschine mit umstellbarer Bürstenbrücke und Kugellagern. Sie ist pendelartig am Drehgestell oder Wagenkasten aufgehängt. Die Maschinen werden für eine Spannung von 24 bis 30 V und für Leistungen zwischen 250 und 3000 W gebaut.

Der Apparatenschrank enthält alle notwendigen Einrichtungen für die Regelung, den Hauptschalter und die Sicherungen. In Bild 2 ist eine Ausführung wiedergegeben, wie sie für überseeische Bahnen geliefert wird. Im Mittelteil befindet sich auf der gußeisernen Grundplatte rechts der selbsttätige Nebenschlußregler (Dickregler), links der Selbstschalter nebst Einstellwiderständen, darunter das Maschinensicherungsbrett mit der Überwachungslampe. Auf der gemeinsamen Grundplatte ist oben das Lampensicherungskästchen und unten der Hauptschalter dem Bedienungspersonal zugänglich angeordnet.



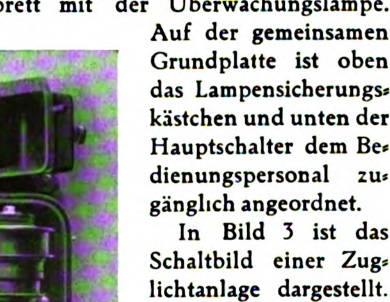


Bild 2. Apparateschrank.

In Bild 3 ist das Schaltbild einer Zuglichtanlage dargestellt. Die Lichtmaschine wird von der Radachse angetrieben und erreicht bei 25 bzw. 12,5 Stundenkilometern die Spannung der Batterie. Da die Bürstenbrücke durch Bürstenreibung umstellbar ist, hat der erzeugte Strom, unabhängig von der Fahrtrichtung, immer gleiche Polarität. Das Zuschalten der Maschine auf das Netz erfolgt bei Spannungsgleichheit durch den Selbstschalter. Letzterer verhindert durch die Stromwicklung auch ein Rückfließen des Batteriestromes. Der selbsttätige Nebenschlußregler begrenzt nun die Maschinenspannung unabhängig von der

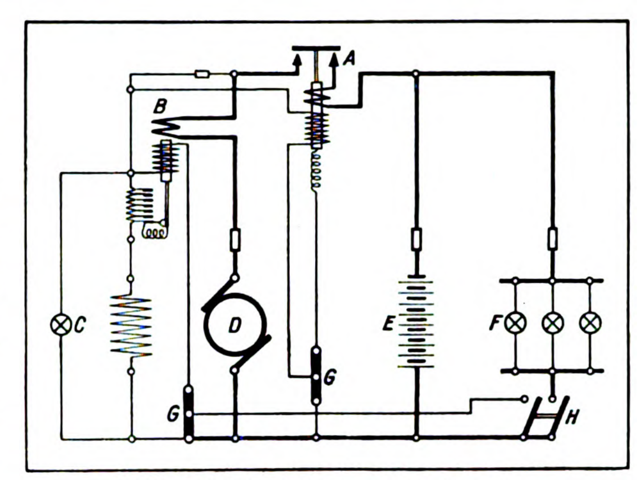


Bild 3. Schaltbild einer Zuglichtanlage.

A = Selbstausschalter D = Lichtmaschine F = Lampen
B = Regler E = Batterie H = Hauptschalter
C = Merklampe

Drehzahl bzw. Zuggeschwindigkeit derart, daß sowohl eine Überlastung der Maschine bei entladener Batterie, als auch eine Überladung der Batterie sicher vermieden wird. Der Abhängigkeitskontakt am Hauptschalter gibt die Möglichkeit, die Ausnutzung der Maschine mit oder ohne Netzbelastung, also bei Nacht- und Tagfahrt, gleichzuhalten. Die Überwachungslampe liegt an der Maschinenspannung und zeigt durch ihr Brennen an, daß Maschine und Antrieb in Ordnung sind.

Die Wirkungsweise der Einrichtung im Verlauf einer Tagfahrt ist kurz folgende: Bei Stillstand liegen die Verbraucher an der Batteriespannung. Fährt der Zug an, so wird mit Erreichen der kritischen Zuggeschwindigkeit die Verbindung zwischen Maschine und Batterie durch den Selbstschalter hergestellt, die Ladung beginnt. Im Verlauf der Fahrt steigt mit fortschreitender Ladung die Batteriespannung und nähert sich der durch den Regler gehaltenen Grenzspannung der Maschine von etwa 2,5 V für die Zelle. Ist die Batterie vollgeladen, so fließt entsprechend dem geringen Spannungsunterschied nur mehr ein ganz geringer Dauerladestrom in die Batterie, der die Selbstentladeverluste deckt und die Sulfation der Platten wirksam verhindert. Wird nun Belastung eingeschaltet, so wird über dem Abhängigkeitskontakt, der mit dem Hauptschalter gleichzeitig geschlossen wird, ein Teil des Vorschaltwiderstandes der Reglerwicklung kurzgeschlossen, der Regler hält eine erniedrigte Spannung von etwa 2,2 V je Zelle bei Belastung. Die Spannung an den Lampen schwankt also im ungünstigsten Fall zwischen 2,0 und 2,2 V je Zelle, die Änderung geht aber im Verlauf der Anfahrperiode so langsam vor sich, daß das Auge sie nicht störend empfindet.

Die Elektrowärme im Eisenbahnbetrieb.

Mit der elektrischen Zugheizung sind die Anwendungsmöglichkeiten der Elektrowärme im Eisenbahnbetrieb noch nicht erschöpft. Der neue stoßsichere Bahnheizkörper der S. E. G., der bei der Reichsbahn bereits zu Hunderten in Betrieb ist, kann neben der Wagenheizung auch für Raumheizungszwecke in Wartesälen, Lagerräumen, Betriebswerkstätten usw. dienen.

Digitized by Google

Für Bahnen ist auch Nachfrage nach einem Heizkörper mit Wärmespeicherung vorhanden, um eine gleichmäßige Stromentnahme und damit gute Ausnutzung der Bahnkraftwerke zu erhalten. Es werden in den Zeiten geringen Energieverbrauches, z. B. bei Aufenthalt in den Stationen, Talfahrt und dergl., die Heizkörper durch die Fahrschalter zwangläufig eingeschaltet und die Wärme in ihnen gespeichert, um diese dann während der Zeiten abzugeben, in denen kein Strom für Heizung zur Verfügung steht. Eine derartige Speichereinrichtung läßt sich in den Heizkörper der S. E. G. leicht einbauen.

Elektrische Muffelöfen zur thermischen Behandlung von Werkzeugen usw. können mit Vorteil in Eisenbahnwerkstätten Verwendung finden.

Elektrische Heißwasserspeicher liefern heißes Wasser zur schnellen Bereitung von Kaffee für das auf den Stationen Rast haltende Zugpersonal.

Beim Übertritt normaler Dampfeisenbahnwagen auf Gebiete des elektrischen Zugbetriebes muß ein Heizwagen in den Zug aufgenommen werden, der einen Elektrodampfkessel zur Erzeugung des Heizdampfes mit sich führt.

Die Speisewagen der elektrischen Züge werden neuerdings auch mit elektrisch geheizten Kochgeräten (Bratpfannen, Kochplatten, Kaffeemaschinen usw.) ausgestattet, durch deren Anwendung sich das Mitführen von Kohle in der Speisewagenküche erübrigt und das Küchenpersonal entlastet wird.

Unterwassertunnel mit Grundwasserabsenkung.

Auszug aus einem Vortrag des Herrn Dr.-Ing. e. h. H. Kreß, Direktor der Siemens-Bauunion, gehalten am 27. September 1924 anläßlich der eisenbahntechnischen Tagung des Vereins Deutscher Ingenieure.

Unterwassertunnel, welche die Aufgabe haben, die durch einen Fluß getrennten Teile einer Stadt zu verbinden, sind namentlich in Nordamerika und England mittels Schild unter Zuhilfenahme von Preßluft vorgetrieben worden. Dieser Arbeitsweise stellte sich gegen die Jahrhundertwende das Verfahren der Versenkung fertiger Tunnelteile zur Seite, dessen bekannteste Ausführungen

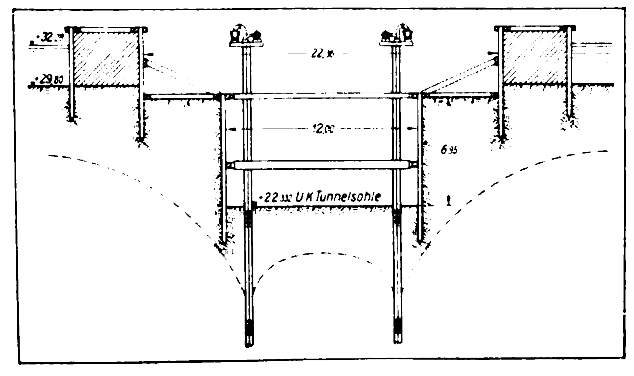


Bild 1. Arbeitsweise am Inselspeicher.

der Unterwassertunnel unter dem Detroit-River und die Untertunnelungen der Seine in Paris sind.

Bei der Untertunnelung der Spree für die Untergrundbahnstrecken in Berlin wurde man insofern vor eine neue

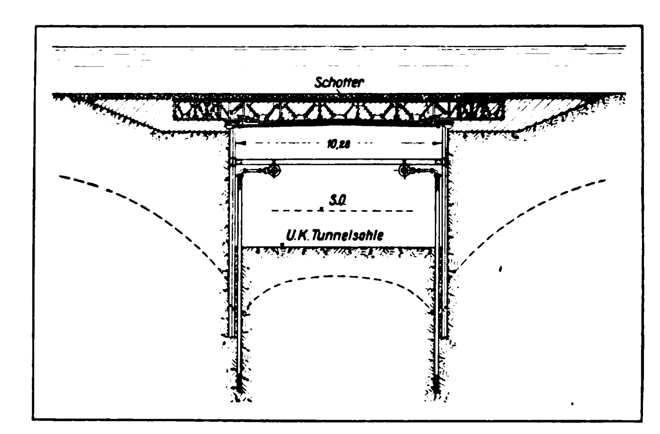


Bild 2. Arbeitsweise an der Jannowitzbrücke.

Aufgabe gestellt, als diese Strecken als Unterpflasterbahnen auszuführen waren, so daß zur Vermeidung unnötig langer Rampen die Tunnel mit ihrer Oberkante möglichst nahe der Flußsohle liegen mußten. So entschied man sich nach Verwerfung mancher anderen Ausführungsmöglichkeiten für die bei der Unterpflasterbahn in Berlin erprobte Ausführungsart des Grundwasserabsenkungsverfahrens. In der Art der Bauausführung ist bei den vier in Berlin nach dieser Bauweise ausgeführten Unterwassertunneln ein ständiger Fortschritt zu verzeichnen.

Die erste Spreeunterfahrung beim Inselspeicher, die 1910 begonnen wurde, geschah unter dem Schutze von Fangedämmen in offener Baugrube (Bild 1). Um die Schiffahrt und die Vorflut der Spree aufrechtzuerhalten, wurde zunächst die eine Hälfte des Flusses dreiseitig von Fangedämmen umgeben, das abgesperrte Wasser abgepumpt und die eigentliche spätere Baugrube durch hölzerne Spundwände eingefaßt. Innerhalb der Spundwände wurde der Grundwasserspiegel durch zwei Reihen von Rohrbrunnen abgesenkt, so daß die Baugrube im Trockenen ausgeschachtet werden konnte, in die der Tunnel in üblicher Weise eingebaut wurde. In derselben Weise wurde auch der zweite Teil der Unterfahrung ausgeführt, bei welcher der Kopf der zweiten Abdämmung als sogenannter Reiterfangedamm auf dem fertigen Bauwerk hergestellt wurde.

Wenn bei der ersten Tunnelausführung die Baugrube nach oben offen war, so wurde bei der zweiten im Jahre 1918 fertiggestellten Unterfahrung an der Jannowitzbrücke die Baugrube unter Vermeidung von Fangedämmen durch eine aus Beton zwischen Gitterträgern hergestellte Notdecke geschlossen (Bild 2). Dieses geschah besonders mit Rücksicht auf die unbehinderte Schiffahrt durch die in der Nachbarschaft gelegenen Jannowitz- und Waisenbrücke. Die Arbeiten wurden mit dem Ausbaggern einer $1^1/_2$ m tiefen Rinne begonnen, sodann wurden zwei Reihen eiserner Spundwände gerammt und unter Wasser abgebrannt und endlich noch zwei Reihen Rohrbrunnen gebohrt. Auf die Spundwandköpfe wurde eine Schar eiserner Gitterträger in $1^1/_2$ m Abstand herabgelassen und ihr Zwischenraum durch Beton unter Wasser ausgefüllt. Alle anderen Arbeiten, nämlich das Ausschachten, das Anschließen der einzelnen Brunnen zu einer Wasserhaltung und das Ausführen des Tunnels geschah von beiden Ufern aus im Schutze der Notdecke.

Digitized by Google

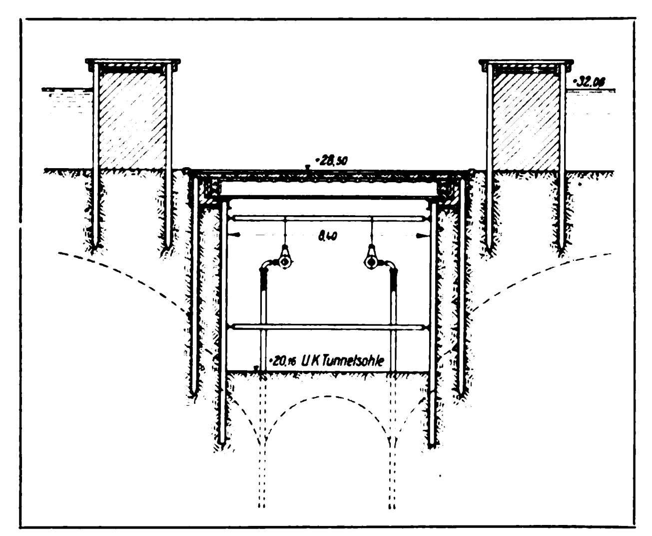


Bild 3. Arbeitsweise an der Weidendammer Brücke.

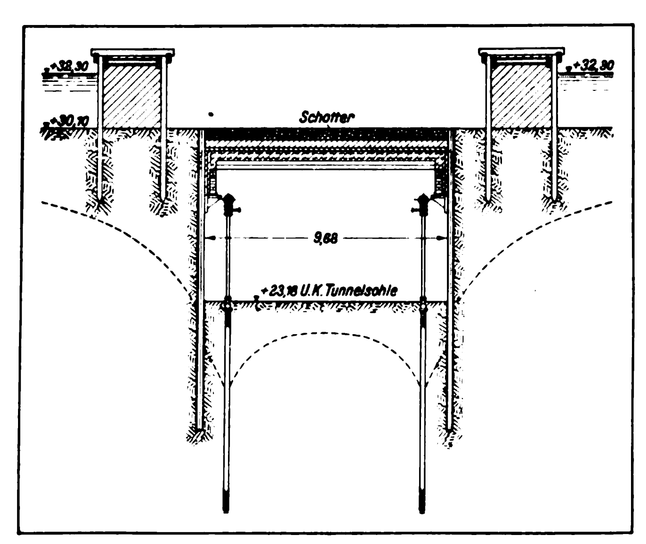


Bild 4. Arbeitsweise am Halleschen Tor.

Die Arbeitsweise bei dem nächsten, im Jahre 1922 fertiggestellten Tunnel unter der Spree an der **Weidendammer Brücke** ist insofern eine Verbindung der beiden vorhergehenden Ausführungsarten, als dieser Tunnel auch eine Schutzdecke in Höhe der Spreesohle bekommen hat, die aber im Schutze von Fangedämmen eingebracht wurde (Bild 3). Auch bestand diese Schutzdecke nicht aus Eisenbeton, sondern aus einer Schar von eisernen Trägern und zwei hölzernen Bohlen, zwischen die eine Lage Dichtungspappe geklebt war. Zur Unterstützung der Schutzdecke wurden vier Reihen von Spundwänden gerammt, zwei eiserne und zwei Holzspundwände, an denen die Dichtung der Holzdecke herabgezogen wurde. Der Bau wurde in drei Abschnitten ausgeführt, und zwar so, daß beim ersten Abschnitt gleich der Tunnel selbst in der offenen Baugrube eingebaut wurde, während beim zweiten Bauabschnitt der Fangedamm nach Einbringen der Schutzdecke beseitigt wurde. Der Fangedamm des dritten Abschnittes blieb so lange bestehen, bis der ganze Tunnelbau beendet war.

Für den vierten Unterwassertunnel unter dem **Landwehrkanal am Halleschen Tor** lagen die Herstellungsbedingungen insofern wesentlich einfacher, als erlaubt war, die Schiffahrt auf einige Zeit zu unterbrechen. Man konnte deshalb quer durch den Landwehrkanal zwei Reihen von Fangedämmen errichten, in deren Schutz nicht nur die eiserne Spundwand und die Wasserhaltung, sondern auch die endgültige Tunneldecke ausgeführt wurde, so daß von einer Notdecke abgesehen werden konnte (Bild 4). Die Tunneldecke stützte sich zunächst auf eiserne Konsolen, die an die Larssenspundwände angeschraubt waren. Nach dem Einbringen der Decke wurden die Fangedämme beseitigt und die Arbeiten von unten her von beiden Ufern aus vorgenommen, so daß eine weitere Behinderung der Schiffahrt vermieden werden konnte.

LITERATUR-HINWEISE

Elektrizität im Eisenbahnbetrieb.

Aus der „Siemens-Zeitschrift".

Unterwassertunnel in Berlin. Von Reg.-Baumeister Dr.-Ing. A. Macholl. 1921, 6. Heft, S. 206.

Die Wendepolerregung eines Reihenschluß-Bahnmotors für Wechselstrom. Von Dipl.-Ing. Th. Kopcynski. 1922, 4. Heft, S. 163.

Die Elektrisierung von Vollbahnen. Von Dipl.-Ing F. Kuntze. 1922, 5./6. Heft, S. 262.

Eine Groß-Gleichrichteranlage für Bahnbetrieb. Von H. Idelberger und M. Schenkel. 1922, 5./6. Heft, S. 271.

Die elektrische Zugsteuerung für Gleichstrombahnen. Von C. Vogel. 1922, 7. Heft, S. 347.

Die Entwicklung des Siemensschen Blockes. Von Reg.-Baumeister a. D. W. Becker. 1922, 10. Heft, S. 534.

Zur Geschichte der elektrischen Eisenbahnen. Von J. Winkler. 1922, 10. Heft, S. 559.

Die elektrischen Zeitdienstanlagen in dem Reichsbahn-Direktionsbezirk Berlin. Von Wiligut. 1923, 1. Heft, S. 25.

Mit Wechselstromlokomotive quer durch Nordschweden. Von W. Reichel. 1923, 3. Heft, S. 120.

Der elektrische Fahrtrichtungsweiser auf dem neuen Stadtbahnhof Friedrichstraße zu Berlin. Von G. Wetzel. 1923, 4. Heft, S. 178.

Siemens-Schalter-Fahrkartendrucker. 1923, 5. Heft, S. 197.

Leitungsbau über und durch den Arlberg. Von Dr.-Ing. G. Markt. 1923, 5. Heft, S. 206.

Das elektrische Stellwerk. Von Reg.-Baumeister a. D. W. Becker. 1923, 5. Heft, S. 213.

Bahnkraftwerke und Dampfspeicher. Von Dipl.-Ing. Karl Mayr. 1923, 6. Heft, S. 258.

Selbsttätige Zeiteinstellung elektrischer Bahnhofs-Uhrenanlagen, unter Verwendung der Telegraphenlinien und des MEZ-Zeichens. Von Wiligut. 1923, 8./9. Heft, S. 386.

Der selbsttätige Streckenblock. Von Dr.-Ing. Arndt. 1923, 12. Heft, S. 521.

Digitized by Google

Druckschriften der Siemens-Schuckertwerke.

A. B. 50 Pufferbatterie-Zusatzmaschinen in Lancashire-Schaltung.
A. B. 58 Mit hochgespanntem Gleichstrom betriebene Güterbahnen.
A. B. 38 Elektrische Industriebahnen für Gleichstrombetrieb.
A. B. 43 Oberleitungslokomotive für Werkbahnen.
A. B. 70 Die untertägige Streckenförderung, ihre Ausführung und Unterhaltung.
A. B. 45 Elektrische Abraumbetriebe auf Braunkohlenwerken.
A. B. 69 Die elektrische Zugsteuerung für Gleichstrombahnen.
A. B. 62 Vielfachaufhängung für die Fahrleitungen elektrischer Bahnen.
A. B. 7 Der Bügelstromabnehmer für elektrische Bahnen.
A. B. 26 Hörner-Blitzableiter für elektrische Bahnanlagen.
A. B. 25 Solenoidbremse für elektrische Bahnen.
A. B. 24 Kupplung der Bremskabel zwischen 2 Straßenbahnfahrzeugen.
A. B. 44 Elektrische Weichenstellvorrichtungen für Straßenbahnen mit Betriebsspannungen bis 800 V.
A. B. 67 Die Riksgränsbahn und ihre Elektrisierung.
A. B. 71 Elektrische Zugförderung auf der schwedischen Riksgränsbahn.
A. B. 64 Elektrische Zugförderung auf der North Eastern Railway.
A. B. 63 Die elektrische Zugförderungsanlage Magdeburg—Leipzig—Halle.
A. B. 20 Die elektrische Hauptbahn Rotterdam—Haag—Scheveningen.
A. B. 37 Die Einphasen-Wechselstrombahn Sankt Pölten—Maria Zell.
A. B. 31 Die elektrische Vollbahn Spiez—Frutingen.
A. B. 59 8achsige dreiteilige Akkumulatoren-Triebwagen der preußischen Staatsbahnen.
A. B. 9 Die elektrischen Ausrüstungen der Filderbahn.
A. B. 57 Die mit hochgespanntem Gleichstrom betriebenen Bahnen Pompeji—Salerno und Verona—Caldiero—St. Bonifacio.
A. B. 56 Die mit hochgespanntem Gleichstrom betriebenen Frankfurter und Darmstädter Vortortbahnen, sowie die Bahnen Mannheim—Weinheim und Neustadt—Landau.
A. B. 55 Die mit hochgespanntem Gleichstrom betriebene Bahn Müllheim—Badenweiler.
A. B. 54 Die mit hochgespanntem Gleichstrom betriebenen Bahnen Bonn—Königswinter und Bonn—Siegburg.
A. B. 53 Die mit hochgespanntem Gleichstrom betriebene Rheinuferbahn Köln—Bonn.
A. B. 65 25 Jahre elektrisch betriebene Untergrundbahn Budapest.
A. B. 33 Die elektrischen Stadt- und Vorortbahnen Blankenese—Hamburg—Ohlsdorf.
A. B. 30 Die Einphasen-Wechselstrom-Straßenbahnen der Provinz Parma.
A. B. 42 Mit hochgespanntem Gleichstrom betriebene Lokomotiven. Elektrische Eisenerzförderbahn der Rombacher Hüttenwerke.
Sonderabdruck aus „Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen": Elektrische B + B + B-Lokomotive für die Güterzugbeförderung auf den schlesischen Gebirgsbahnen.
Sonderabdruck aus „Elektrotechnische Zeitschrift" 1920: Stromrückgewinnung bei Wechselstrombahnen.
A. B. 66 Drehstrom-Gleichstrom-Umformerwerke für Bahnzwecke.
Sonderabdruck aus „Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen" 1918: Verschiebewagen für Wagenkästen.
Sonderabdruck aus „Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen": Die Triebwagen im Dienste der preußisch-hessischen Staatseisenbahnen.
Sonderabdruck aus „Verkehrstechnische Woche" 1923: Der elektrische Fernzugbetrieb der Deutschen Reichsbahn und ihrer Nachbarbahnen.
4sprachiges Bilder-Album für die gesamte elektrische Ausrüstung von Bahnen.

Druckschriften der Siemens & Halske A.-G.

Nr. 100 Weichensignal für doppelte Kreuzungsweiche.
„ 101 Pressgasantrieb für Vorsignale.
„ 105 Der Signalhebel.
„ 106 Der Weichenhebel.
„ 107 Der Weichenhebel mit Drahtbruchüberwachung.
„ 108 Die Gruppenablenkungen.
„ 109 Die Ablenkungen für Drahtleitungen.
„ 111 Die Drahtzugspannwerke.
„ 113 Der auffahrbare Weichenantrieb.
„ 114 Die oberirdischen Drahtleitungen.
„ 115 Die unterirdischen Drahtleitungen.
„ 117 Die Zwischenriegel.
„ 118 Das Hebelwerk.
„ 119 Der nichtauffahrbare Weichenantrieb.
„ 120 Die Druckrollen.
„ 125 Elektrische Stellwerke.
Nr. 126 Ausgeführte elektrische Stellwerke.
„ 128 Elektrische Weichensignalbeleuchtung.
„ 129 Elektrischer Federweichenantrieb.
„ 130 Elektrischer Signalantrieb (Stark- und Schwachstrom-Vorsignalschaltung).
„ 131 Spiegelfelder.
„ 134 Elektrische Flügelkuppelung (61 118) mit feststehenden Kuppelmagneten.
„ 135 Siemens Streckenblock. Vierfeldrige Form.
„ 140 Das elektrische Stellwerk.
„ 150 Das Gleichstrom-Blockfeld.
„ 151 Die elektrische Tastensperre.
„ 153 Das Wechselstrom-Blockfeld.
„ 155 Der Siemens-Öl-Schienenstromschließer.
„ 156 Elektrischer Siemens-Weichenantrieb mit Zungenverriegelung.

Digitized by Google

Nr. 157 Siemens-Weichenantrieb mit selbstspannender Reibungskupplung.
" 190 Der selbsttätige Streckenblock.
— Anlagen zum Anzeigen der Besetzung wichtiger Gleisstrecken (Gleisbesetzung).
— Wechselstromgleichrichter.
" 402 Fahrkarten in Vorrat oder Selbstdruck im Schalter.
" 403 Siemens-Schalter-Fahrkartendrucker.
S. H. 756 Elektrische Fernmelde-Einrichtungen für Eisenbahnen.
S. H. 594 Die elektrischen Zeitdienstanlagen im Reichsbahn-Direktions-Bezirk Berlin.
Ww 39 Elektrische Zugmelder.
S. H. 673 Der elektrische Bahnhofs-Meldedienst.
S. H. 630 Elektrische Überwachung von Eisenbahn-Gefahrstrecken.
Ww 482 Registrierapparat zum Messen der Fahrgeschwindigkeit von Eisenbahnzügen.
Ww 38 Vorläuteeinrichtung.
S. H. 693 Eisenbahn-Läutewerke.
Ww 451 Lautfernsprecher.
S. H. 793 Meßinstrumente und Einrichtungen für den Eisenbahnbetrieb.
— Thermoelektrische Pyrometer für Heißdampf-Lokomotiven.
S. H. 720 Elektrische Rauchgasprüfer.
S. H. 702 Verminderung von Induktionsstörungen in Mehrfachtelegraphen und Fernsprechkabeln.
Ww 208 Elektrische Zentral-Uhren-Anlagen.
Ww 319 Gefahrmelder.
S. H. 524 Wecker und Hupen.
S. H. 781 Ozon-Anlagen.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

BAHNEN (GESAMTANLAGEN)

3000 Volt-Elektrisierung der nordspanischen Bahnen. A. J. Totten und H. C Hutchison. „General Electric Review", 27. Bd., Oktober 24, 10, S. 658—64, 11 Abb. (Beschreibung der elektrischen Lokomotiven und ihrer Ausrüstung: Motoren, Steuerung, Hilfseinrichtungen; Unterwerke, Transformatoren, Motorgeneratoraggregate, Ausbau des Leitungsnetzes.)

Die Elektrisierung der Eisenbahnen. Prof. S. P. Smith. „World Power", 2. Bd., November 1924, 11, S. 279—84, 1 Abb. (Zusammenstellung der Elektrisierungen in Canada, Mexico, Brasilien, Süd-Afrika, Neu-Seeland, Chile, Japan und Spanien.)

Die elektrischen Bahnanlagen in Japan. „Electrician", 93. Bd., 7. November 1924, 2425, S. 528. (Übersicht über die wirtschaftlichen Verhältnisse des japanischen Bahnwesens, geplante Elektrisierung, ausgeführte Linien.)

Die finanziellen Anlagen der Elektrisierung der Hauptbahnen. Ph. Dawson. „World Power", 2. Bd., November 1924, 11, S. 274—78. (Kostenvergleich zwischen Dampf- und elektrischem Betrieb.)

Die Anwendung der hydro-elektrischen Kraft. T. J. Mirchandani. „World Power", 2. Bd., November 1924, 11, S. 289—92. (Vergleich zwischen der aus Wasser und mit Dampf erzeugten Energie; Anwendung der Wasserkraft auf die Elektrisierung der Eisenbahnen.)

BAHNNETZE

Selbsttätiges Abschalten der fehlerhaften Strecken bei Bahnnetzen. P. Quoirez. „Technique Moderne", 16. Bd., 15. November 1924, 22, S. 786—89, 7 Abb. (Beschreibung der selbsttätigen Abschalteinrichtung auf der Strecke Sihlbrugg-Zürich der schweizerischen Bundesbahnen.)

Freiluftstationen. „Engineer", 138. Bd., 14. November 1924, 3594, S. 561—63, 6 Abb. (Beschreibung der Olten-Freiluftstation der SBB.)

Ein selbsttätiges Unterwerk von 500 kW. „Engineer", 138. Bd., 24. Oktober 1924, 3495, S. 590—91, 3 Abb. (Schaltungsdiagramm und Einzelheiten über die von der British Thompson-Houston-Gesellschaft in Wembley ausgestellten Unterstationen.)

SIGNALANLAGEN

Die elektrischen Signaleinrichtungen auf Eisenbahnen. V. Mitchell. „Jl. of the Institution of Electrical Engineers", 62. Bd., November 1924, 335, S. 954—56, 4 Abb. (Kurze Beschreibung der Entwicklung der Verriegelungsvorrichtungen auf der London, Midland and Scottish Railway.)

LOKOMOTIVEN

Eine Diesel-elektrische Lokomotive. „Engineer" 138. Bd., 14. November 1924, 3594, S. 552—54, 5 Abb. (Beschreibung, Versuchseinrichtungen und Ergebnisse der Versuchsfahrten der von der Esslinger Maschinenfabrik-Stuttgart für Rußland gebauten Diesel-elektrischen Lokomotive.)

Elektrische Lokomotive mit Verbrennungsmotoren. H. Lemp. „General Electric Review", 27. Bd., Oktober 1924, 10, S. 673—81, 13 Abb. (Vorteile von Gas- bzw. Öl-elektrischen Triebwagen)

Verschiebelokomotive mit Rohölmotor. „Engineering", 118. Bd, 21. November 1924, 3073, S. 701—03, 8 Abb. (Konstruktionseinzelheiten der Rohöl-Lokomotive der Schweizer Lokomotiven- und Maschinenfabrik in Winterthur.)

Die Bahn in den Penang-Bergen. „Engineering", 118. Bd., 14. November 1924, 3072, S. 664—68, 33 Abb. (Einzelheiten über den baulichen Teil der Drahtseilbahn.)

Die Zoelly-Turbo-Lokomotive. „Mechanical Engineering", 46. Bd., November 1924, 11, S. 653—660, 7 Abb. (Einzelheiten über die 1000 PS-Versuchslokomotive, Rückkühlung des Kondenswassers, theoretische Untersuchungen, Brennstoffverbrauch gegenüber der gewöhnlichen Lokomotive.)

Die Lokomotive mit 3 Zylindern. M. Demoulin. „Génie Civil", 85. Bd., 15. November 1924, 20, S. 444—46, 2 Abb. (Beschreibung und Betriebserfahrungen der amerikanischen Lokomotive mit 3 Zylindern für schwere Güterzüge.)

Die Vierzylinder-Tender-Lokomotive der London, Midland and Scottish Railway. „Engineer", 138. Bd., 21. November 1924, 3595, S. 582—4, 5 Abb. (Konstruktionseinzelheiten.)


Digitized by Google

Leistungen von Lokomotivzylindern. E. C. Poultney. „Engineer", 138. Bd., 21. November 1924, 3595, S. 574–75, 5 Abb. (Bericht über verschiedene Versuchsergebnisse von Versuchsfahrten unter Berücksichtigung der Bremswirkung, der Überhitzung, des Wasserverbrauchs.)

WERKSTÄTTEN UND BEARBEITUNGSVERFAHREN

Anwendung der elektrischen Bogenschweißung bei Dampflokomotiven. W. M. B. Brady. „General Electric Review", 27. Bd., Oktober 1924, 10, S. 687–97, 26 Abb. (Ausführungsbeispiele von Bogenlichtschweißungen an einzelnen Lokomotivteilen.)

Das Bearbeiten der Zahnräder der Getriebe eines elektrischen Lastkarrens. F. H. Colvin. „American Machinist", 61. Bd., 22. November 1924, 14, S. 535–37, 11 Abb. (Spezialwerkzeuge, Vorrichtung zum Härten der Bohrung, das Vermeiden der Verbiegung als Folge des Härtens von großen Zahnrädern.)

Gesenkhämmer mit verschiedenen Gesenken. „Engineering", 118. Bd., 21. November 1924, 3073, S. 705–06, 6 Abb. (Batterie von 3 Gesenkhämmern zum Ausschmieden von Lokomotivteilen.)

Neue Lokomotiv-Werkstätten in Amerika. H. Campbell. „American Machinist", 61. Bd., 22. November 1924, 14, S. 531–33, 8 Abb. (Schleifarbeitsgänge, Ausbohren der Zylinder, das Fräsen der Keilnuten, Bandagen-Heizvorrichtung.)

Das Bearbeiten von Lokomotivzylindern. L. C. Morrow. „American Machinist", 61. Bd., 15. November 1924, 13, S. 493–94, 4 Abb. (Bearbeitungsgänge an Lokomotivzylindern in amerikanischen Eisenbahnwerkstätten.)

STRASSENBAHNEN

Der elektrische Straßenbahnwagen und der Benzinomnibus. W. T. Wardale. „World Power", 2. Bd., November 1924, 11, S. 285–88. (Vor- und Nachteile der beiden Verkehrsmittel; Verhältnisse, bei denen die Wirtschaftlichkeit erreicht wird.)

Das elektrische Straßenfahrzeug. D. E. Batty. „Engineering", 118. Bd., 14. November 1924, 3072, S. 688 bis 90, 15 Abb.; 21. November 1924, 3073, S. 719–20. (Merkmale und Wirtschaftlichkeitsgrenzen von elektrisch angetriebenen Straßenbahnfahrzeugen.)

KRAFTWERKE

Der Ausbau des Davis-Bridge-Kraftwerkes der New England Company. E. B. Collins und H. R. Wilson. „General Electric Review", 27. Bd., Oktober 1924, 10, S. 665–72, 11 Abb. (Ausbau des Staubeckens. Durch besondere Anordnung der Schaltungen kann das Kraftwerk gleichzeitig 66000 und 110000 V übertragen, Bau einer 76 Meilen langen 110 kV-Leitung.)

Die Staubkohlenfeuerungsanlage im Kraftwerk der Clark Thread Company in Newark. „Power", 60. Bd., 4. November 1924, 19, S. 714–19, 10 Abb. (Stirling-Kessel für Staubkohle oder Öl, die Kohlenaufbereitungsanlage ist vom Kesselhaus getrennt, die Staubkohle wird durch eine unterirdisch geführte, 180 m lange Rohrleitung dem Kessel zugeführt.)

Das Lungernsee-Kraftwerk der Zentralschweizerischen Kraftwerke Luzern. V. Gelke. „Schweizerische Bauzeitung", 84 Bd., 22. November 1924, 21, S. 251–56, 16 Abb. (Eingehende Beschreibung des wasserbaulichen Teiles und der hydraulischen Maschinenanlagen.)

Ausbau des St. Pancras-Kraftwerkes. „Engineering", 118. Bd., 7. November 1924, 3071, S. 642–43, 2 Abb. (Einbau eines 7000 kW-Turbo-Generators.)

KRAFTÜBERTRAGUNG

Indirektes Erden des Nulleiters. A. Mauduit. „Rev. Gén. de l'Electricité", 16. Bd., 1. November 1924, 18, S. 693–701, 6 Abb. (Verhalten der Drehstromanlagen, deren Nullpunkt indirekt über einen Widerstand oder eine Induktanz geerdet ist, Beschreibung der Petersenspule und des Bauchschen Löschtransformators.)

Der Selektivschutz von Hochspannungsdrehstromnetzen. J. Sarolea. „Rev. Gén. de l'Electricité", 16. Bd., 15. November 1924, 20, S. 779–89, 12 Abb. (Grundlagen bei dem Entwurf und der Anordnung der Relais, Ausführungsbeispiele.)

Ein neuer Leitsatz zur Berechnung des Kraftnetzes. A. Rosen. „Jl. of the Institution of Electrical Engineers", 62. Bd, November 1924, 335, S. 916–18, 5 Abb. (Aufstellung einer einfachen Formel und ihre Anwendungsmöglichkeit.)

Die 220 kV-Leitung der Southern California Edison Company. W. D. Shaw. „Jl. of the American Institute of Electrical Engineers", 43. Bd., November 1924, 11, S. 1025–30, 8 Abb. (Besprechung der verschiedenen elektrischen Merkmale.)

Das unterirdische Verteilungsnetz in New-Orleans. W. R. Bullard. „Jl. of the American Institute of Electrical Engineers", 43. Bd., November 1924, 11, S. 1058–62, 2 Abb. (Die zweckmäßigsten Übertragungsspannungen, Wirtschaftlichkeitsberechnungen.)

NACHRICHTENÜBERMITTLUNG

Lautgetreue Wiedergabe in der Radiotelephonie. L. C. Pocock. „Jl. of the Inst. of El. Eng." 62. Bd., September 1924, 333, S. 791. (Es wird versucht, für die wissenschaftliche Untersuchung lautgetreuer Wiedergabe geeignete Begriffe zu definieren, die verschiedenen Arten der auftretenden Verzerrung zu analysieren und dem ganzen Problem, so weit als möglich, eine mathematische Form zu geben.)

Übertragungscharakteristiken von elektrischen Wellenfiltern. O. Zobel. „The Bell System Techn. Journal", Oktober 1924, S. 567. (Bei elektrischen Siebgebilden ist es oft umständlich und zeitraubend, die Übertragungsverluste zu berechnen. Der Verfasser löst das Problem kurz und einfach in graphischer Weise an Hand von Schaulinientafeln.)

Das Stethophon ein elektrisches Stethoskop. H. A. Frederick und H. F. Dodge. „The Bell System Techn. Journal", Oktober 1924, S. 531. (Das Stethophon eignet sich für Vorführungszwecke im Hörsaal. Es besteht aus einem elektromagnetischen Mikrophon, einem dreistufigen Verstärker mit Spannungsregulierung, einer Reihe elektrischer Wellenfilter und verschiedenen Abhorchvorrichtungen für die Beobachtung.)

Verantwortlicher Schriftleiter: Dipl.-Ing. Fr. Heintzenberg, Charlottenburg.
Gedruckt bei Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68, Kochstraße 68–71.

Digitized by Google

Digitized by Google



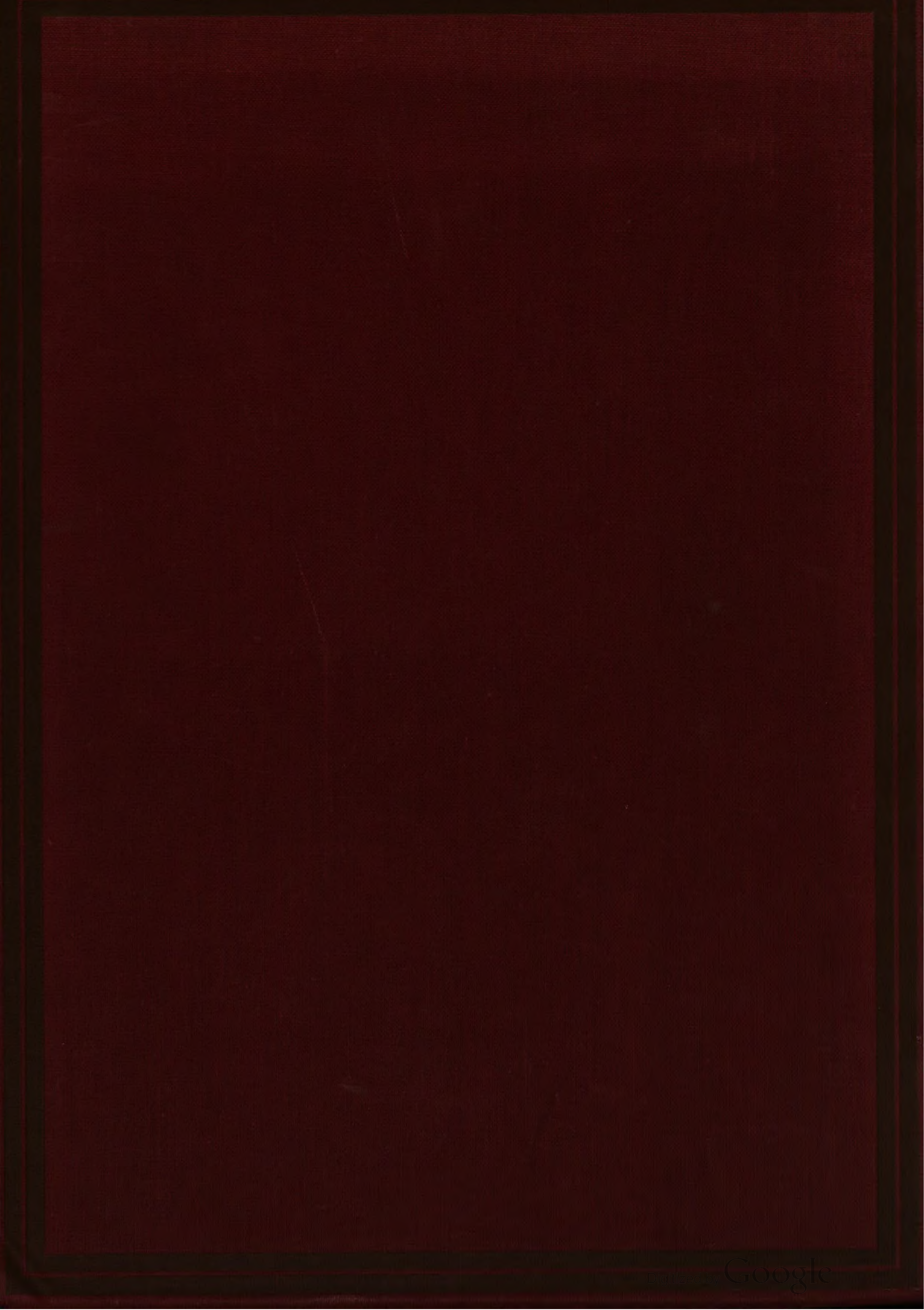
Digitized by Google

021048/4

UNIVERSITY OF MICHIGAN

3 9015 08013 5364

Digitized by Google


Digitized by Google